

### Spritzeinrichtung zum Versprühen von Flüssigkeiten und Düsenhalter

Die Erfindung betrifft eine Spritzeinrichtung zum Versprühen von Flüssigkeiten, insbesondere für landwirtschaftliche Zwecke, mit einem Trägerflüssigkeitstank, einer Trägerflüssigkeitspumpe, mehreren Sprühdüsen und zugeordneten Düsenhaltern zum Verbinden der Sprühdüsen mit einer Trägerflüssigkeitsleitung, wenigstens einem Wirkstofftank und mehreren, mit dem Wirkstofftank verbindbaren Dosierpumpen zum Fördern von Wirkstoff. Die Erfindung betrifft auch einen Düsenhalter für eine erfindungsgemäße Spritzeinrichtung.

Aus der deutschen Patentschrift DE 298 722 A5 ist eine Spritzeinrichtung für landwirtschaftliche Zwecke bekannt, bei der ein Wirkstoff aus einem Wirkstofftank unmittelbar vor der Verzweigung in Teilbreiten eingespeist wird. Der Wirkstoff wird dabei in einer Ringleitung gefördert, in der eine Dosierpumpe angeordnet ist. Ausgehend von dieser Ringleitung werden die einzelnen Einspeisungsstellen vor der jeweiligen Verzweigung in die Teilbreiten versorgt.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 199 04 102 A1 ist eine Spritzeinrichtung für landwirtschaftliche Zwecke bekannt, bei der eine Dosierpumpe einen Wirkstoff stromaufwärts einer Trägerflüssigkeitspumpe eindosiert. Werden mehrere Wirkstoffe zudosiert, sind mehrere Dosierpumpen vorgesehen. Die Menge an zudosiertem Wirkstoff wird mittels einer Steuervorrichtung zur Ansteuerung der Dosierpumpen gesteuert.

Aus der internationalen Patentveröffentlichung WO 96/35876 ist eine hydraulisch angesteuerte Membranpumpe bekannt.

Aus der Übersetzung der europäischen Patentschrift DE 38 79 446 T2 ist eine Spritzeinrichtung für landwirtschaftliche Zwecke bekannt, bei der ein Wirkstoff stromaufwärts einer Mischkammer in eine Trägerflüssigkeitsleitung eingespeist wird. Stromabwärts der Mischkammer erfolgt eine Verzweigung zu den einzelnen Sprühdüsen. Die Spritzeinrichtung weist eine Kalibriervorrichtung auf, um eine zudosierte Wirkstoffmenge einzustellen.

Aus der deutschen Patentschrift DE 39 08 963 C2 ist eine Spritzeinrichtung für landwirtschaftliche Zwecke bekannt, bei der vor der Verzweigung in die einzelnen Teilbreiten einer Trägerflüssigkeit Wirkstoff mittels einer Dosierpumpe zugeführt wird. Die Dosierpumpen sind als Hubkolbenpumpen ausgebildet, deren Fördervolumen pro Hub konstant und vor Fahrtbeginn einzeln einstellbar ist. Die Dosierpumpen werden über elektromagnetische Wandler mit veränderbarer Hubfrequenz in Abhängigkeit von der jeweiligen momentanen Fahrgeschwindigkeit angetrieben.

Mit der Erfindung soll eine Spritzeinrichtung und ein Düsenhalter geschaffen werden, durch die eine Veränderung der Wirkstoffkonzentration mit vernachlässigbarer Totzeit ermöglicht ist.

Erfindungsgemäß ist hierzu eine Spritzeinrichtung zum Versprühen von Flüssigkeiten, insbesondere für landwirtschaftliche Zwecke, mit einem Trägerflüssigkeitstank, einer Trägerflüssigkeitspumpe, mehreren Sprühdüsen und zugeordneten Düsenhaltern zum Verbinden der Sprühdüsen mit einer Trägerflüssigkeitsleitung, wenigstens einem Wirkstofftank und mehreren mit dem Wirkstofftank verbindbaren Dosierpumpen zum Fördern von Wirkstoff vorgesehen, bei der jedem Düsenhalter wenigstens eine Dosierpumpe zugeordnet ist, die mit dem Düsenhalter in Strömungsverbindung steht.

Indem jedem Düsenhalter wenigstens eine Dosierpumpe zugeordnet ist, kann eine Einspeisung des Wirkstoffs unmittelbar vor den Sprühdüsen erfolgen. Bei einem Wechsel der Wirkstoffkonzentration oder einem Wechsel des Wirkstoffs entstehen dadurch lediglich vernachlässigbar kleine Totzeiten, bis die veränderte Wirkstoffkonzentration an der Sprühdüse angekommen ist. Die Einspeisung am Düsenhalter hat dabei den Vorteil, dass die Trägerflüssigkeitsleitung selbst von Wirkstoff freigehalten werden kann. Bei Anordnen der Sprühdüsen und Dosierpumpen in mehreren Teilbreiten ist eine Veränderung der Wirkstoffkonzentration nach Teilbreiten getrennt realisierbar. Weiterhin besteht der Vorteil, dass keine Restmengen von mit Trägerflüssigkeit vermischten Wirkstoff entstehen. Kommen mehrere Wirkstoffe gleichzeitig zum Einsatz sind aufgrund der kurzen Verweilzeiten zwischen Dosierpumpen und Sprühdüsen chemische Unverträglichkeiten zwischen verschiedenen Wirkstoffen nahezu bedeutungslos.

In Weiterbildung der Erfindung ist an jedem Düsenhalter wenigstens eine Dosierpumpe angeordnet.

Auf diese Weise werden besonders kurze Wege und ein kompakter Aufbau erreicht. Die Totzeiten bei einem Wechsel der Wirkstoffkonzentration werden weiter minimiert.

In Weiterbildung der Erfindung ist an jedem Düsenhalter eine Mischkammer angeordnet.

Auf diese Weise kann auch bei sehr niedrigen Konzentrationen und/oder mehreren Wirkstoffen für eine gute Durchmischung auch auf der kurzen Wegstrecke von der Einspeisungsstelle der Wirkstoffe zu den Sprühdüsen gesorgt werden.

In Weiterbildung der Erfindung ist eine Steuereinheit vorgesehen, die eine einzudosierende Wirkstoffmenge in Ansteuerimpulsen berechnet, die Dosierpumpen pro Arbeitshub eine definierte Fördermenge aufweisen und mittels entsprechenden Ansteuerimpulsen antreibbar sind.

Auf diese Weise lässt sich eine exakte Dosierung des Wirkstoffes bei einfacher Ansteuerung realisieren. In den Wirkstoffleitungen kann dabei auf einen Durchflussmengenmesser verzichtet werden, da sich die einzudosierte Wirkstoffmenge aus der Anzahl der Impulse in Verbindung mit der definierten Fördermenge pro Arbeitshub der Dosierpumpen ergibt.

Alle baugleichen Düsenpumpen an den verschiedenen Düsenhaltern haben vorteilhafterweise eine exakt gleiche Fördermenge pro Impuls.

In Weiterbildung der Erfindung bestimmt die Steuereinheit die Anzahl der Ansteuerimpulse in Abhängigkeit einer Sollwertvorgabe für eine Wirkstoffkonzentration und einer momentan von der Trägerflüssigkeitspumpe geförderten Trägerflüssigkeitsmenge.

Auf diese Weise kann eine bei konventionellen Feldspritzen vorhandene Regelung der Trägerflüssigkeitsmenge, beispielsweise in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit, beibehalten werden, ohne dass die Steuereinheit die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit kennen muss. Vielmehr wird das Ausgangssignal des ohnehin vorhandenen Durchflussmengenmessers für die Trägerflüssigkeit der Steuereinheit zugeführt, die daraufhin anhand einer vorgegebenen Wirkstoffkonzentration Ansteuerimpulse für die Dosierpumpen erzeugt.

In Weiterbildung der Erfindung sind die Dosierpumpen mittels hydraulischer Impulse antreibbar.

Auf diese Weise können, auch mit der begrenzten elektischen Energie auf einer mobilen Feldspritze zahlreiche Dosierpumpen mit gegebenenfalls erforderlichen großen hydraulischen Leistungen problemlos angetrieben werden. Speziell ist der elektrische Energieaufwand gering, dadurch, dass nur die Steuerung elektrisch oder elektronisch betrieben wird, die eigentliche Antriebsleistung aber hydraulisch erzeugt wird.

Mit der Erfindung soll auch eine Spritzeinrichtung zum Versprühen von Flüssigkeiten geschaffen werden, bei der ein nach Beendigung des Spritzbetriebes in den Wirkstoffleitungen noch vorhandener Wirkstoff in einen Wirkstofftank zurückgefördert werden kann.

Erfindungsgemäß ist hierzu eine Spritzeinrichtung zum Versprühen von Flüssigkeiten mit einem Trägerflüssigkeitstank, einer Trägerflüssigkeitspumpe, mehreren Sprühdüsen, wenigstens einem Wirkstofftank und mehreren mittels wenigstens einer Wirkstoffversorgungsleitung mit dem Wirkstofftank verbindbaren Dosierpumpe vorgesehen, bei der an der Wirkstoffversorgungsleitung ein Druckluftanschluss vorgesehen ist, um in einem Rückförderbetrieb Wirkstoff in den Wirkstofftank zu drücken.

Indem der Wirkstoff mittels Druckluft in den Wirkstofftank zurückgedrückt wird, gelangt dieser nicht mit Trägerflüssigkeit in Berührung und kann somit beim nächsten Spritzbetrieb erneut verwendet werden. Dennoch werden die Wirkstoffleitungen so weit von Wirkstoff befreit, dass lediglich noch die an den Leitungswandungen anhaftenden Wirkstoffreste zurückbleiben.

In Weiterbildung der Erfindung sind mehrere Düsenhalter mit Dosierpumpen in Reihe an die Wirkstoffversorgungsleitung angeschlossen und der Druckluftanschluss ist in Wirkstoffzufuhrrichtung stromabwärts der letzten Dosierpumpe vorgesehen. Vorteilhafterweise sind die mehreren Düsenhalter in Teilbreiten angeordnet, von denen mehrere vorgesehen sind. Jeder Teilbreite ist eine Teilbreitenwirkstoffversorgungsleitung mit jeweils einem Druckluftanschluss zugeordnet ist.

Auf diese Weise können auch stark verzweigte Wirkstoffleitungssysteme nach Beendigung des Spritzbetriebs weitgehend von Wirkstoff befreit werden. Die bei einem gegebenenfalls nachfolgenden Spülbetrieb anfallenden Mengen an kontaminiertem Spülwasser sind daher gering bzw. lediglich schwach mit Wirkstoff kontaminiert. Darüber hinaus können die Verluste an Wirkstoff äußerst gering gehalten werden.

Das der Erfindung zugrundeliegende Problem wird auch durch einen Düsenhalter für eine erfindungsgemäße Spritzeinrichtung gelöst, der eine Mischkammer und/oder eine Dosierpumpe aufweist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung im Zusammenhang mit den Zeichnungen.

In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Schnittansicht einer Dosierpumpe für die erfindungsgemäße Spritzeinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 2 eine Schnittansicht einer Dosierpumpe gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 3 eine Darstellung der Dosierpumpe der Fig. 1 in einem Arbeitstakt oder Drucktakt,
- Fig. 4 die Dosierpumpe der Fig. 1 in einem Ruhetakt oder Unterdrucktakt,
- Fig. 5 eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Düsenhalters mit Mischkammer und Dosierpumpe zur Direktdosierung,
- Fig. 6 den Düsenhalter der Fig. 5 im Spritzbetrieb,
- Fig. 7 eine Darstellung eines hydraulischen Antriebssystems für den Antrieb der Dosierpumpen mit Teilbreitenabschaltung,
- Fig. 8 eine Darstellung eines Antriebssystems für die Dosierpumpen gemäß einer weiteren Ausführungsform für unterschiedliche Dosierungen an den Teilbreiten,
- Fig. 9 eine Schnittansicht einer Dosierpumpe ähnlich Fig. 1,
- Fig. 10 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A der Fig. 9,
- Fig. 11 eine Schnittansicht entlang der Linie B-B der Fig. 10 in einem Ansaugtakt,

- Fig. 12 eine Schnittansicht entlang der Linie B-B der Fig. 10 in einem Fördertakt,
- Fig. 13 eine Draufsicht auf ein elektrohydraulisches Flachschieber-Impulsventil in dem hydraulisches Antriebssystem der Fig. 7 und 8,
- Fig. 14 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A der Fig. 13 in einem Ruhetakt oder Unterdrucktakt,
- Fig. 15 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A der Fig. 13 in einem Impulstakt oder Drucktakt,
- Fig. 16 eine Schnittansicht entlang der Linie B-B der Fig. 13 in einem Impulstakt oder Drucktakt,
- Fig. 17 eine Darstellung eines Wirkstoffversorgungssystems für die erfindungsgemäße Spritzeinrichtung,
- Fig. 18 eine Schnittansicht eines Schwimmerventils in dem Wirkstoffversorgungssystem der Fig. 17,
- Fig. 19 eine Schnittansicht einer hydraulisch betätigten Ansauglanze mit Spülfunktion in dem Wirkstoffversorgungssystem der Fig. 17 beim Ansaugen,
- Fig. 20 die Ansauglanze der Fig. 19 beim Spülen,
- Fig. 21 eine Schnittansicht einer membrangedichteten Kolbendosierpumpe für eine erfindungsgemäße Spritzeinrichtung,



Fig. 22 eine Schnittansicht einer membrangedichteten Kolbendosierpumpe gemäß einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 23 eine Darstellung der Kolbendosierpumpe der Fig. 21 in einem Arbeitstakt und

Fig. 24 eine Schnittansicht entlang der Linien A-A der Fig. 21 und 23.

Durch die Erfindung wird eine Pflanzenschutzspritze mit direkter Dosierung der Wirkstoffe an den Düsenhaltern durch hydraulisch angetriebene Dosierpumpen geschaffen.

Abweichend vom derzeitigen Stand der Technik werden bei der erfindungsgemäßen Spritzeinrichtung die Wirkstoffe nicht im Brühebehälter der Trägerflüssigkeit Wasser zugesetzt. Der Brühebehälter wird, außer bei der Ausbringung von Flüssigdüngern und Salzen, nur als Vorratsbehälter für Reinwasser verwendet. Die gewünschte Konzentration der Wirkstoffe wird direkt an jedem Düsenhalter generiert, um eine Vorförderung, Restmengen und große Mengen kontaminierter Flüssigkeit im Vorratsbehälter zu vermeiden. Das Mischungsverhältnis zwischen Wasser und Wirkstoff wird durch einen Computer generiert, was ein Zu- und Abschalten von Wirkstoffen und eine Änderung von deren Konzentration während des Spritzvorganges möglich macht.

Erfindungsgemäß sind an jedem Düsenhalter mehrere Dosierpumpen vorhanden. Diese Dosierpumpen werden hydraulisch angetrieben und fördern pro Membranhub eine exakt definierte flüssige Wirkstoffmenge. Mit der Zuordnung einer exakt gleichen Fördermenge pro Hub und Dosierpumpe, die am Düsenhalter angeordnet ist, ist ein Computer in der Lage, zu fördernde Flüssigkeitsmengen in Impulsen zu definieren. Ausgehend von Sollwertvorgaben und der gemessenen, momentan geförderten Wassermenge ist ein Computer im Stande, die erforderliche Im-

pulsfrequenz für die Herstellung einer vordefinierten Wirkstoffkonzentration zu generieren.

Die elektrischen Impulse des Computers werden durch ein eigenständiges hydraulisches System in hydraulische Impulse gewandelt, welche die Membranen in den Dosierpumpen der Düsenhalter antreiben. Die homogene Verteilung und Mischung der nicht kontinuierlich zugeführten Wirkstoffe mit dem Wasser wird durch eine Mischkammer, welche Bestandteil jedes Düsenhalters ist, gesichert.

Das Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Spritzeinrichtung kann in allen Bereichen des landwirtschaftlichen, gärtnerischen und obstbaulichen Pflanzenschutzes eingesetzt werden. Darüber hinaus ist die Spritzeinrichtung in allen Bereichen einsetzbar, in denen wechselnde Mischungsverhältnisse von unterschiedlichen Flüssigkeiten in Folge von sich ändernden Sollwertvorgaben oder Durchflussmengen erforderlich sind.

Derzeitiger Stand der Technik ist, dass vor Beginn der Spritzarbeiten eine Mischung von Wasser und Wirkstoffen im Vorratsbehälter oder Brühebehälter der Pflanzenschutzspritze unter Zuhilfenahme von Einspül- und Rührvorrichtungen erfolgt. Da die benötigte Menge an Spritzbrühe für eine Behandlung nur grob ermittelt werden kann, wird in der Regel mehr Spritzbrühe angemischt, als letztendlich benötigt wird. Die dadurch entstehenden Restmengen müssen bis zur Unwirksamkeit verdünnt und zusätzlich auf dem Feld ausgebracht werden. Dadurch werden Wasser, Wirkstoff und Arbeitszeit vergeudet und die Umwelt wird unnötig belastet. Um bei Spritzbeginn die gewünschte Konzentration an den Düsen vorrätig zu haben, werden zusätzliche Vorförderungs- und Spülsysteme betrieben. Ein Zu- bzw. Abschalten von Wirkstoffen ist nicht, oder nur durch den Einsatz zusätzlicher aufwendiger Anlagen zur teilflächenspezifischen Behandlung möglich. Eine Veränderung der Konzentration einzelner Wirkstoffe während des Spritzvorganges ist bei

diesen Verfahren nicht möglich. Ist aus Witterungs- oder technischen Gründen eine Unterbrechung des Spritzvorganges notwendig, verbleibt angerührte Spritzbrühe im Brühebehälter. Dies birgt durch eventuelle Undichtigkeiten immer Risiken für die Umwelt und beeinflusst unter Umständen die Wirkungen der Chemikalien nachteilig. Da während des Spritzvorganges und oft auch auf dem Weg zum Feld der gesamte Brühebehälter und große Teile der Armaturen und Rohrleitungen mit den Wirkstoffen kontaminiert sind, entstehen bei eventuellen Schäden und Havarien am Spritzgerät nicht zu kalkulierende Risiken für die Umwelt.

Im Unterschied hierzu wird gemäß der Erfindung im Vorratsbehälter nur noch Wasser mitgeführt und die, derzeit bis zu drei, Wirkstoffe werden erst während des Spritzvorganges auf dem Feld, direkt an den Düsenhaltern, zugesetzt.

Dazu sind an den Düsenhaltern Wirkstoffpumpen, künftig Dosierpumpen genannt, vorhanden, welche während eines Arbeitstaktes bzw. eines Impulses immer eine exakt gleiche Flüssigkeitsmenge fördern. Diese an jeder Düse exakt gleiche Fördermenge pro Impuls macht es möglich, die Zuförderung der Wirkstoffe entsprechend den Sollwertvorgaben in Impulsen zu definieren und die erforderliche Impulsfrequenz durch einen Computer zu generieren.

Die Erfassung der momentan geförderten Wassermenge durch den, an einer Spritze herkömmlicher Bauart schon vorhandenen und für die Druckregelung erforderlichen Durchflussmengenmesser und die eingegebenen Sollwertvorgaben versetzen einen Computer in die Lage, exakte momentane Mischungsverhältnisse zu errechnen und in Impulsfrequenzen zu definieren.

Dadurch werden folgende Vorteile gegenüber Verfahren nach dem Stand der Technik mit Wirkstoff-/Wassergemisch im Brühebehälter erreicht.

Die Wirkstoffe werden zwar in hoch konzentrierter Form, doch in ungleich geringeren Flüssigkeitsmengen als beim derzeitigen Stand der Technik auf dem Spritzgerät mitgeführt. Dies bietet die Voraussetzung für zusätzliche Sicherheitsvorrichtungen, wie Auffangwannen oder dergleichen für Leckagen, die im Notfall im Stande sind, alle austretenden Chemikalienmengen vollständig aufzufangen und so Schäden an der Umwelt zu vermeiden. Dies ist bei den heute transportierten Mengen an kontaminierter Flüssigkeit unmöglich.

Restmengen werden erheblich reduziert und deren Entsorgung auf dem Feld erheblich vereinfacht. Restmengen entstehen nur noch bei der Spülung der Leitungssysteme für die Zuführung der Wirkstoffe beim Wirkstoffwechsel.

Die Erfindung vereinfacht die Bedienung der Feldspritze erheblich. Der Anwender gibt die Sollwerte für die Mischungsverhältnisse zwischen Wasser und Wirkstoff, künftig Konzentration genannt, in den Computer ein und der Computer stellt diese Konzentration momentan während der Arbeit her. Abweichend vom derzeitigen Stand der Technik entbindet das den Anwender von Vorberechnungen der Aufwandmengen und dem damit verknüpften Fehlerrisiko. Zudem wird dadurch der Kontakt des Anwenders mit den Chemikalien erheblich reduziert.

Durch die Erfindung wird es möglich, während des Spritzvorganges Wirkstoffe zu- und abzuschalten und deren Konzentration im Wasser nach den Vorgaben des Anwenders zu verändern, optional sogar nach Teilbreiten getrennt.

Bei großen Behältervolumen wird durch diese Erfindung eine exakte Dosierung von Wirkstoffen mit geringen Aufwandmengen gesichert und Verteilungsrisiken durch unzureichende Rührleistung oder ungünstige Behälterformen werden vermieden.

Die Erfindung basiert auf einer Feldspritze mit gleichen Düsenrohren, Düsen, Wasser-Druckerzeugung und Wasserregelung, wie sie heute im Pflanzenschutz üblich sind. Abweichend vom derzeitigen Stand der Technik mit angemischter Brühe im Brühebehälter sind jedoch neue Systeme und Baugruppen vorhanden.

- A. Computer zur Sollwerteingabe und zur Generierung der notwendigen Impulsfrequenzen.
- B. Düsenhalter mit Dosierpumpen und Gegenstrom-Mischkammer
- C. Membran-Dosierpumpen mit Schlitz-Membranventilen
- D. Optional sind membrangedichtete Dosierkolbenpumpen mit Schlitz-Membranventilen vorgesehen.
- E. Hydraulischer Dosierpumpenantrieb mit Teilbreitenabschaltung
- F. Optional ist ein hydraulischer Teilbreiten-Dosierpumpenantrieb vorgesehen.
- G. Ein elektrohydraulisches Flachschieber-Impulsventil oder mehrere solcher Impulsventile.
- H. Zuführungs- Vorförder- und Spülsystem für die einzelnen Wirkstoffe.
- I. Kalibriervorrichtungen und Kalibriermodi zur Feststellung der pro Impuls und Dosierpumpe real geförderten Flüssigkeitsmenge.

## A. Computer

Die Dosierpumpen oder Wirkstoffpumpen sind so aufgebaut, dass die Dosierpumpen bzw. deren Membrane pro Fördertakt immer eine exakt gleiche Menge Wirkstoff fördern. Ist das pro Fördertakt geförderte Flüssigkeitsvolumen und die Anzahl der am Gerät vorhandenen Düsen als Multiplikator bekannt, so lässt sich die pro Takt (Impuls) geförderte Wirkstoffmenge exakt definieren. Die zu fördernde Wirkstoffmenge kann somit entsprechend der momentan geförderten Wassermenge und der vorgegebenen Konzentration errechnet werden und in Impulsen definiert werden. Dies wird durch die Zuordnung einer exakt geförderten Wirkstoffmenge zu jedem Impuls möglich.

Ein Computer ist mit entsprechender Software in der Lage, für beispielsweise drei Wirkstoffe, gegebenenfalls sogar nach Teilbreiten getrennt, die zur Herstellung der gewünschten Konzentration notwendige Impulsfrequenz zu generieren, entsprechend folgenden Vorgaben:

Gewünschte Konzentration des Wirkstoffes: Input = Eingabe durch den Anwender.

Anzahl der Düsen: Input = Eingabe durch den Anwender.

Kalibrierte Fördermenge pro 100 Impulse bei einer Dosierpumpe: Input = Eingabe durch den Anwender.

Die momentan ausgebrachte Wassermenge: Input = Impulsfrequenz des Gebers oder Durchflussmengenmessers.

Als Output liefert der Computer für jeden der Wirkstoffe, beispielsweise drei Wirkstoffe, bei Bedarf auch für jede Teilbreite getrennt, die zur Herstellung der geforderten Konzentration notwendige Impulsfrequenz. Da

die ausgebrachte Wassermenge schon ein Resultat aus dem Spritzdruck, den eingesetzten Düsen, der Fahrgeschwindigkeit und der Arbeitsbreite des Gerätes ist, brauchen diese Daten für die Generierung der Impulse für die Wirkstoffförderung nicht mehr mit einbezogen werden.

## **B. Düsenhalter**

Wichtiger Bestandteil dieser Erfindung ist der in Fig. 5 dargestellte Düsenhalter, an welchem sich bis zu drei Wirkstoffpumpen oder Dosierpumpen 12, 14 befinden können. Eine der Dosierpumpen 14 ist in der Darstellung der Fig. 5 geschnitten dargestellt, von der weiteren Dosierpumpe 12 ist lediglich ein Abschnitt zu erkennen. Der Düsenhalter 10 weist weiterhin eine Mischkammer 16 und ein hydraulisches Membranventil 18 zum Öffnen einer Flüssigkeitszufuhr zu einer Sprühdüse 20 auf. In Ruhestellung ist das Membranventil 18 mittels Federdruck von einer Feder 22 durch einen Konus 24 verschlossen. Über einen Hydraulikanschluss 26 wird eine Membran 28 des Membranventils 18 mit Druck beaufschlagt. Liegt ein definierter Überdruck an der Membran 28 an, drückt diese den Konus 24 aus seinem Sitz und gibt eine Strömungsverbindung zur Sprühdüse 20 frei. Die Sprühdüse 20 ist mittels einer Überwurfmutter 21 am Düsenhalter 10 befestigt.

Die Dosierpumpen 12, 14 sind, wie in Fig. 5 dargestellt ist, einmal auf der rechten Seite des Düsenhalters 10 sowie auf der hinteren Seite angebracht. Eine weitere Dosierpumpe kann auf einer, in der Fig. 5 nicht erkennbaren vorderen Seite des Düsenhalters 10 angeordnet sein. Der Düsenhalter 10 weist Einspeiseöffnungen 30, 32 auf, über die Wirkstoff mittels der Dosierpumpen 12, 14 in einen Wasserstrom von einer Trägerflüssigkeitsleitung 34 gelangt, an der der Düsenhalter 10 befestigt ist und mit der er in Strömungsverbindung steht. Damit sich die Einspeiseöffnungen 30, 32 relativ zum Wasserstrom in fast gleicher Position bzw.

annähernd gleicher Höhe befinden, sind die in der Fig. 5 nicht erkennbare vordere Dosierpumpe, die in der Fig. 5 rechte Dosierpumpe 14 und die in Fig. 5 hintere Dosierpumpe 12 um 90° verdreht montiert.

Nachdem die Wirkstoffe in Impulsen die Einspeiseöffnungen 30, 32 in den Wasserstrom gefördert wurden, gelangen sie in die Mischkammer 16. Die Mischkammer 16 ist so aufgebaut, dass das Wasser und die Wirkstoffe im Gegenstrom geführt werden, d.h., dass sich Eintritts- und Austrittsöffnung auf derselben Seite befinden, wie auch in der Fig. 5 zu erkennen ist. Die Verteilung und Vermischung von Wasser und Wirkstoffen wird durch zwei Lochblenden 36 erreicht, die zwischen dem in der Fig. 5 oben liegenden Eintrittsbereich und dem in der Fig. 5 unten liegenden Austrittsbereich eingesetzt sind. Die Bohrungen in den Lochblenden 36 sind dabei so groß bemessen, dass die Summe ihres Durchlasses etwa der in dem vorgesehenen Einsatzfall größtmöglichen Durchflussmenge entspricht. Dadurch wird erreicht, dass der Flüssigkeitsstrom sich zwangsläufig auf alle vorhandenen Bohrungen der Lochblenden 36 und damit über die gesamte Länge der Mischkammer 16 verteilt. Dazu sind auf der in der Fig. 5 oberen Lochblende 36 und auf der in der Fig. 5 unteren Lochblende 36 jeweils die gleiche Anzahl an Bohrungen angeordnet. Die Bohrungen der oberen Lochblende 36 und die Bohrungen der unteren Lochblende 36 sind aber versetzt zueinander angeordnet.

Wie anhand der Fig. 6, die den Düsenhalter 10 im Misch- und Spritzbetrieb darstellt, erkennbar ist, werden dadurch zwei Effekte erzeugt. Zum einen wird gesichert, dass die Flüssigkeit die Mischkammer 16 in der gesamten Länge durchfließt und dabei durch die Lochblenden 36 nach unten dringt. Dabei erfolgt, bedingt durch den Gegenstrom im oberen Abschnitt der Mischkammer 16 und im unteren Abschnitt der Mischkammer 16 eine optimale Verteilung der Wirkstoffe in Längsrichtung des Förderstroms. Zum anderen kommt es beim Durchfließen der Lochblenden 36 aufgrund der versetzten Anordnung der Bohrungen zu einer



Verwirbelung und damit zu einer Feinverteilung der Wirkstoffe im Wasser. In der Darstellung der Fig. 6 ist die Trägerflüssigkeit Wasser mittels schwarzer Punkte angedeutet, ein erster, durch die Einspeiseöffnung 32 eingespeister Wirkstoff ist durch hellgraue Punkte angedeutet und ein zweiter, durch die Einspeiseöffnung 30 eingespeister Wirkstoff ist durch dunkelgraue Punkte angedeutet.

Wie in der Fig. 6 zu erkennen ist, ist das im unteren Bereich des Düsenhalters, kurz vor der Sprühdüse 5 vorgesehene Membranventil 18 durch aktiven Druck der Hydraulik, die am Anschlussstutzen 26 angeschlossen ist, geöffnet, so dass über die Membrane 28 der Konus 24 von seinem Sitz im Düsenhalter 10 abgehoben ist und dadurch Flüssigkeit zu der Sprühdüse 20 gelangen kann.

Wie den Darstellungen der Fig. 5 und der Fig. 6 zu entnehmen ist, ist der erfindungsgemäße Düsenhalter 10 unmittelbar am Trägerrohr 34 angeordnet und weist insgesamt, trotzdem die Mischkammer 16 und bis zu drei Dosierpumpen 12, 14 unmittelbar am Düsenhalter 10 angeordnet sind, einen kompakten Aufbau auf. Der erfindungsgemäße Düsenhalter 10 ermöglicht dabei durch Integration der Mischkammer 16 trotz der kurzen Wege bis zur Sprühdüse 20 eine gute Vermischung zwischen Wirkstoff und Trägerflüssigkeit.

### **C. Membran-Dosierpumpen mit Schlitz-Membranventil**

Die in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Dosierpumpen 14, 40 sind in Sandwichbauweise hergestellt. Beispielsweise ist die in der Fig. 1 dargestellte Dosierpumpe 14 aus mehreren, geeignet gestalteten Formteilen 42, 44, 46, 48, 50 und 52 aufgebaut, welche die Funktion des Gehäuses sowie die Funktionsöffnungen in sich kombinieren. Zwischen diesen Formteilen sind eine Ventilmembrane 54 und eine Fördermembrane 56 eingespannt, welche gleichzeitig die Abdichtung übernehmen. Untereinander

sind die Formteile bei der dargestellten Ausführungsform durch Flachdichtungen 58 abgedichtet. Auch andere Dichtungsarten sind möglich. Die Formteile werden durch insgesamt vier Zuganker 60 zusammengepresst, die sich durch Bohrungen in den Formbauteilen erstrecken, wie sie beispielsweise in der Darstellung der Fig. 10 erkennbar und dort mit der Bezugsziffer 62 bezeichnet sind.

Wie in Fig. 1 dargestellt ist, erfolgt eine Förderung des Wirkstoffes durch die Arbeit der Fördermembrane 56, deren Förderweg durch zwei Lochmatrizen in den Formteilen 48, 50 vorgegeben ist. Durch die Vorgabe der Lage der Fördermembran 56 in beiden Extrempositionen ist die Formveränderung der Fördermembrane 56 und damit ihre Lieferleistung pro Hub exakt definiert. Im Ruhezustand, wie er in Fig. 4 dargestellt ist, liegt die Fördermembrane 56 durch ihre eigene Elastizität und durch den im Antriebssystem herrschenden Unterdruck von ca.  $-0,5$  bar an der Unterdrucklochmatrize des Formteils 50 an. Dieser Unterdruck wird für die Funktion der Membrandosierpumpen benötigt. Der Unterdruck im System bei Ruhelage der Fördermembran 56 ist dazu notwendig, um die Fördermembran 56 der Dosierpumpen in die in Fig. 4 dargestellte Ruhelage zurückzubewegen und dabei Wirkstoff anzusaugen. Dies wird durch die Elastizität des Membranmaterials unterstützt, welche zum Fördern gedehnt wird. Aus diesem Grund ist für die Ruhelage eine ebene Auflage der Fördermembrane 56 auf der Unterdrucklochmatrize des Formteils 50 gewählt worden, um in der Ruhelage die Struktur des Membranmaterials zu entspannen. Von einer ebenfalls möglichen linsenförmigen Gestaltung des Förderraumes wurde lediglich zur Schonung des Membranmaterials Abstand genommen.

Bei jedem Druckimpuls im Antriebssystem wechselt das Druckpotential im Antriebssystem der Dosierpumpe 14, welches an die Bohrung 64 angeschlossen ist, von Unterdruck zu einem Überdruck von etwa 10 bar. Durch den Überdruck wird die Fördermembrane 56 gegen die Über-

drucklochmatrize im Formteil 48 gedrückt. Diese Stellung der Fördermembrane 56 ist in den Fig. 1 bis 3 dargestellt. Jeder Membranhub hat so die Förderung einer exakt definierten Wirkstoffmenge zur Folge. Wie anhand der Fig. 3 und 4 zu erkennen ist, wird im Ruhetakt oder Unterdrucktakt gemäß Fig. 4 Wirkstoff aus einer Wirkstoffzuführleitung 66 in den Förderraum der Membrandosierpumpe angesaugt. Der Wirkstoff muss dabei zwischen der Wirkstoffzuleitung 66 und dem Förderraum durch die Ventilmembrane 54 strömen. Gemäß Fig. 4 verschließt die Ventilmembrane 54 im Ruhetakt oder Unterdrucktakt eine Strömungsverbindung zwischen dem Förderraum und der Auslassöffnung bzw. Einspeiseöffnung 30.

Bewegt sich durch den Überdruck im Antriebssystem 64 die Fördermembran 56 dann in die in der Fig. 3 dargestellte Lage im Arbeitstakt oder Drucktakt, wird der Wirkstoff aus dem Förderraum durch die Ventilmembrane 3 hindurch in die Auslassöffnung bzw. Einspeiseöffnung 30 gedrückt. Im Arbeitstakt oder Drucktakt ist eine Strömungsverbindung zwischen der Wirkstoffzuleitung 66 und dem Förderraum mittels der Ventilmembran 54 verschlossen.

Die Ventilmembrane 54 ist detaillierter in den Fig. 10 bis 12 dargestellt und ist an zwei genau vorgegebenen Positionen mit zwei Austrittsschlitzen 68 versehen, von denen in der Fig. 10 lediglich einer erkennbar ist. Der in der Fig. 10 nicht erkennbare zweite Austrittsschlitz ist aber identisch zum sichtbaren Austrittsschlitz 68 ausgebildet und in der Ansicht der Fig. 10 lediglich durch das Formteil 9 verdeckt. Ansaug- und Druckventil der Ventilmembrane 3 werden durch die entgegengesetzte Montage der zwei baugleichen, entgegengesetzt montierten Formteile 44, 46 in Form von Lochplatten hergestellt, zwischen denen die Ventilmembrane 54 eingespannt ist. Diese Formteile oder Lochplatten 44, 46 sind jeweils mit zwei Ventilbohrungen versehen sowie mit einer runden Durchführungsöffnung 72. Werden diese drei Bauteile, die Lochplatten 44, 46

und die zwischengefügte Ventilmembran 54 wie dargestellt montiert, entsteht daraus sowohl das Ansaugventil als auch das Druckventil entsprechend der Darstellung in der Fig. 9.

Die Funktionsweise des Ansaugventils und des Druckventils sind in den Fig. 11 und 12 detailliert dargestellt. Die Ventilmembrane 54 verdeckt sowohl die Ventilbohrungen 70 der Ansaugseite 4 als auch die Ventilbohrungen 74 der Druckseite, weil die Austrittsschlitze 68 der Ventilmembrane 54 sich genau zwischen den Ventilbohrungen 70, 74 befinden. Wird die Fördermembran 56 daher gemäß Fig. 9 mit Druck beaufschlagt, drückt der Wirkstoff vom Förderraum durch die Ventilbohrungen 70 auf die Ventilmembrane 54. Dies wird, wie in Fig. 12 dargestellt ist, angehoben und der Wirkstoff kann in die Austrittsöffnung bzw. die Einspeiseöffnung 30 abfließen, wie in Fig. 12 dargestellt. Gleichzeitig drückt der Druck des Wirkstoffes im Förderraum auf die Ventilmembrane 54 im Bereich des Ansaugventils. Dort wird die Ventilmembrane 54 auf die Ventilbohrungen 74 gedrückt und dichtet diese gemäß der Darstellung in Fig. 12 ab.

Wird die Fördermembran 56 zurück in ihre Ruhestellung gesaugt, arbeitet das Ansaugventil entsprechend der Darstellung in Fig. 11, indem die Ventilmembran 54 von den Ventilbohrungen 74 abgehoben wird und Wirkstoff dadurch von der Wirkstoffzufuhrleitung 66 durch die Ventilbohrungen 74 und den Ventilschlitz 68 der Ventilmembrane 54 in den Förderraum strömen kann. Gleichzeitig sind die Ventilbohrungen 70 auf der Auslassseite dadurch verschlossen, dass die Ventilmembrane 54 gegen diese gedrückt wird. Zum Öffnen der Ventile ist ein bestimmter Mindestdruck notwendig, welcher durch die Elastizität des Membranmaterials vorgegeben und zur zuverlässigen Funktion notwendig ist. Abweichend vom derzeitigen Stand der Technik wird die Funktion der Ventile nur durch die Anordnung und die Konsistenz bzw. die Materialeigenschaften

der Ventilmembrane erzeugt. Anfällige Ventilkugeln oder Ventilkörper oder Federn werden vermieden.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, können bei einer Ausführungsform der Dosierpumpe auch zwei oder sogar mehr Ventilmembranen 54 in Serie geschaltet werden. Dies eröffnet die Option, bei komplizierten Medien und höheren Drücken die Funktionssicherheit zu verbessern, die Belastung der Membran zu verringern und Redundanzen zu schaffen.

#### **D. Membrangedichtete Kolbendosierpumpe mit Schlitz-Membranventil**

Eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Dosierpumpe ist in den Schnittansichten der Fig. 21, 22, 23 und 24 dargestellt und wird als membrangedichtete Kolbendosierpumpe mit Schlitz-Membranventil bezeichnet. Die in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Membrandosierpumpe hat zwar den Vorteil, dass im Konstruktionsansatz die rauen Bedingungen in der Landwirtschaft, die Aggressivität der geförderten Flüssigkeiten und die große Anzahl der Bewegungstakte berücksichtigt wurden und auf mechanische Bauteile generell verzichtet wurde. Durch die exakte Vorgabe der Form der Pumpenmembran in Ruhelage und bei Förderung hat eine Veränderung der Konsistenz bzw. Materialeigenschaften dieser Membrane, beispielsweise durch Alterung, keinen Einfluss auf den Hub und damit die Fördermenge. Dies wird nur durch die spezielle Ausgestaltung des Antriebsimpulses möglich, welcher zwischen Unterdruck in Ruhelage und Überdruck beim Arbeitstakt wechselt. Doch der Wechsel zwischen diesen beiden Druckpotentialen nimmt eine bestimmte Zeit in Anspruch, die von der Höhe des Potentialunterschiedes abhängt. Diese Zeit für den Potentialwechsel wird auch von der Trägheit und Konsistenz der Hydraulikflüssigkeit beeinflusst.

Um kürzere Taktzeiten zu ermöglichen, ist gemäß der Erfindung auch eine membrangedichtete Kolbendosierpumpe 80 vorgesehen. Wie in Fig. 21 dargestellt ist, ist auch diese Dosierpumpe 80 in Sandwichbauweise hergestellt und ähnelt im Grundaufbau der Membrandosierpumpe. Es werden die gleichen Schlitzmembranventile in einfacher Ausführung gemäß Fig. 21 sowie in doppelter Ausführung gemäß Fig. 22 verwendet.

Anders als bei der Membranpumpe ist eine Grundplatte 82 vorhanden, welche neben ihrer Funktion als Gehäuse ein Widerlager für eine Rückstellfeder 84 und einen Anschlag für einen Kolben 86 herstellt. In der Grundplatte 82 sind Öffnungen für eine Durchströmung vorhanden. Unter einer Abdichtungsmembrane 88 befindet sich der Kolben 86, welcher durch Führungsbahnen 90 im Zylinder 92 geführt ist, siehe Fig. 24. Auch bei dieser Dosierpumpe liegt die Abdichtungsmembran 88 in Ruhestellung an einer Lochmatrize 94 an, hier jedoch verursacht durch den Druck des Kolbens 86, verursacht durch die Rückstellfeder 84. Erfolgt ein hydraulischer Druckimpuls über den Hydraulikanschluss 96, wird die Abdichtungsmembran 88 und mit ihr der Kolben gegen die Kraft der Rückstellfeder 84 in der Darstellung der Fig. 21 nach links bewegt. In der Darstellung der Fig. 23 wird der Kolben 86 entsprechend nach unten bewegt, bis der Kolben 86 am Anschlag 98 des Gehäuses anliegt. Diese Position des Kolbens 86 gibt der Pumpenmembran 88 ihre exakte Lage bei einem Druckimpuls vor. Auch bei dieser membrangedichteten Kolbendosierpumpe wird somit pro Druckimpuls immer die exakt gleiche Fördermenge gefördert, aufgrund des durch den Kolben 86 exakt vorgegebenen Wegs der Abdichtungsmembran 88. Der Kolben 86 definiert bei dieser Dosierpumpe die Lage bei Druck und übernimmt die Rückbewegung der Abdichtungsmembran 88 bei einem Abbau des Druckimpulses sowie die Fixierung der Abdichtungsmembran 88 in Ruhestellung durch den Druck der Rückstellfeder 84.

Auf diese Weise ist es möglich, auf die Erzeugung eines Unterdrucks im Antriebssystem zum Erreichen der Ruhelage zu verzichten, da die Rückstellfeder 84 die Rückstellung und die Fixierung übernimmt. Auch der Unterdruck zum Ansaugen der zu fördernden Flüssigkeit wird somit durch den Federdruck erzeugt. Auf diese Weise lassen sich kürzere Taktzeiten bei der Erzeugung der Druckimpulse aufgrund des Wegfalls des Unterdrucktaktes und des damit reduzierten Potentialunterschiedes bei jedem Impuls erreichen.

#### **E. Hydraulischer Dosierpumpenantrieb mit Teilbreitenabschaltung**

Um die von einer Steuereinheit erzeugten elektrischen Impulse in hydraulische Impulse zum Antrieb der Dosierpumpen umzusetzen, ist ein separates hydraulisches Antriebssystem für die Dosierpumpen gemäß der Erfindung vorgesehen. Ein solches hydraulisches Antriebssystem ist in einer ersten Ausführungsform in der Fig. 7 und in einer zweiten Ausführungsform in der Fig. 8 dargestellt.

Das hydraulische Antriebssystem der Fig. 7 weist einen Behälter 100 für die Hydraulikflüssigkeit, eine zusammen mit der Wasserpumpe für den Spritzbetrieb angetriebene Zahnradpumpe 102 mit geringer Leistung, mindestens ein Flachschieberimpulsventil 104 und weitere Armaturen auf, die nachfolgend näher erläutert werden.

In den Fig. 7 und 8 ist jeweils nur das hydraulische Antriebssystem für einen Wirkstoff dargestellt. Beim optionalen Einsatz von zwei oder drei Wirkstoffen und entsprechender Anzahl an Dosierpumpen ist das hydraulische Antriebssystem ab dem Flachschieberimpulsventil 104 mehrfach vorhanden.

Als Hydraulikflüssigkeit wird abweichend vom derzeitigen Stand der Technik beispielsweise Bremsflüssigkeit auf Glukosebasis oder eine an-

dere geeignete Flüssigkeit gleicher Konsistenz verwendet. Mit solchen Hydraulikflüssigkeiten lässt sich eine schnelle Übertragung der hydraulischen Impulse mit geringer Trägheit des Druckwechsels sicherstellen. Der Behälter 100 für die Hydraulikflüssigkeit ist von seiner Größe her so ausgelegt, dass sein Inhalt und seine Oberfläche zur Kühlung der Hydraulikflüssigkeit ausreichen.

Im Ansaugbereich der Zahnradpumpe 102 ist ein Unterdruckventil 106 so angeordnet, dass erst bei Anliegen eines, durch den Federdruck des Unterdruckventils 106 vorgegebenen Unterdruckes von ca.  $-0,5$  bis  $-0,7$  bar Hydraulikflüssigkeit aus dem Behälter 100 angesaugt wird. Für die Begrenzung des Druckes auf einen Wert von etwa 12 bis 15 bar ist ein Druckbegrenzungsventil 108 vorhanden.

Zum Umsetzen der elektrischen Impulse des Computer-Outputs in hydraulische Impulse zum Antrieb der Dosierpumpen wird das Flachschieberimpulsventil 104 verwendet, dessen Aufbau detailliert nachstehend im Absatz G. erläutert wird. Das Flachschieberimpulsventil 104 erzeugt aus einem elektrischen Impuls, welchen der Computer 109 generiert, einen hydraulischen Impuls. Dieser Impuls besteht beim Einsatz von Membrandosierpumpen aus einem Druckwechsel im hydraulischen Antriebssystem von  $-0,5$  bar auf 10 bar und wieder zurück auf  $-0,5$  bar. Beim Einsatz von membrangedichteten Kolbenpumpen ist der Aufbau und die Funktion des hydraulischen Antriebssystems gleich, jedoch wird durch eine veränderte Einstellung des Unterdruckventils 5 beim Ruhetakt ein geringerer Unterdruck von  $-0,1$  bar bis  $-0,2$  bar generiert, welcher für die Funktion der membrangedichteten Kolbendosierpumpen zwar nicht mehr erforderlich ist, aber den Druckabbau im System nach dem Drucktakt unterstützt.

Die Dauer des elektrischen Impulses, welcher vom Computer generiert wird, ist im Test zu ermitteln und zu optimieren. Die notwendige elektri-



sche Impulsdauer wird so gewählt, dass ein vollständiger Arbeitstakt jeder vorhandenen Dosierpumpe auch unter ungünstigsten Bedingungen abgeschlossen werden kann. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass mehrere Faktoren die Zeit bis zum Abschluss des Fördertaktes jeder im System befindlichen Dosierpumpe negativ beeinflussen. Wichtigster Faktor ist die Phase des Druckpotentialwechsels und besonders die des Druckabbaus. Hinzu kommen Trägheiten der Flüssigkeitsströme an sich, die Dehnung und das Zusammenziehen des Leitungsmaterials und die Arbeitsdauer der Membranen.

Zum Abschalten von Teilbreiten müssen zusammen mit den Düsen der jeweiligen Teilbreite auch deren Dosierpumpen abgeschaltet werden.

In der einfacheren, in der Fig. 7 dargestellten Ausführungsform des hydraulischen Antriebssystems werden alle Dosierpumpen 14 für einen Wirkstoff von dem Flachschieberimpulsventil 104 angesteuert. Eine auf Detailbreiten bezogene Dosierung ist damit nicht möglich.

Wie in Fig. 7 zu erkennen ist, sind dem Flachschieberimpulsventil 104 entsprechend den von der Arbeitsbreite abhängigen vorhandenen Teilbreiten 112, 114, 116, 118, 120 Teilbreitenventile 110 nachgeordnet, welche die Verbindung zwischen dem Flachschieberimpulsventil 104 und den Dosierpumpen 14 der zugeordneten Teilbreite unterbrechen. Idealerweise werden hier gängige Motorventile eingesetzt, welche nur während des Schaltvorganges Strom aufnehmen. Wie Fig. 7 zu entnehmen ist, kann dadurch der Antrieb für jede einzelne Teilbreite 112, 114, 116, 118, 120 separat ein- oder ausgeschaltet werden.

#### **F. Hydraulischer Teilbreitendosierpumpenantrieb**

Bei der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform des hydraulischen Antriebssystems ist für jede Teilbreite und für jeden Wirkstoff jeweils ein

Flachschieberimpulsventil 104a, 104b, 104c, 104d, 104e vorhanden, welches somit nur die Dosierpumpen 14 einer zugeordneten Teilbreite antreibt. Dies wird dadurch erreicht, dass die von einem jeweiligen Flachschieberimpulsventil 104a, 104b, 104c, 104d, 104e erzeugten hydraulischen Impulse nur an die Dosierpumpen 14 einer jeweiligen Teilbreite weitergeleitet werden. Diese Variante ermöglicht es, teilbreitenspezifische Konzentrationen der Wirkstoffe herzustellen, wodurch neue Perspektiven bei der teilflächenspezifischen Behandlung eröffnet werden. Wie Fig. 8 zu entnehmen ist, erfolgt eine Abschaltung der Teilbreiten bei dieser Ausführungsform des hydraulischen Antriebssystems durch Abschalten der elektrischen Impulssignale, die an den Flachschieberimpulsventilen 104a, 104b, 104c, 104d, 104e anliegen, so dass separate Teilbreitenventile entfallen können. Hierzu kann der Computer 109 das elektrische Impulssignal für jedes der Flachschieberimpulsventile 104a, 104b, 104c, 104d, 104e separat abschalten und auch jedes dieser Flachschieberimpulsventile 104 mit einem unterschiedlichen Impulssignal versorgen.

#### **G. Elektrohydraulisches Flachschieberimpulsventil**

Die Darstellungen der Fig. 13, 14, 15 und 16 zeigen das elektrohydraulische Flachschieberimpulsventil 104 gemäß der Erfindung. Das elektrohydraulische Flachschieberimpulsventil 104 gemäß der Erfindung ist erforderlich, um kurze Schaltzeiten zu ermöglichen und dabei, unabhängig vom zu schaltenden Druck bzw. Unterdruck, einen möglichst geringen mechanischen Widerstand zu bieten. Ziel ist die Verwendung relativ kleiner Zugmagneten mit relativ geringer Stromaufnahme, da bei voller optionaler Ausstattung bis zu 15 Flachschieberimpulsventile 104 gleichzeitig angesteuert werden müssen. Die erforderliche elektrische Energie ist ein wichtiger Faktor.

Das elektrohydraulische Flachschieberimpulsventil 104 gemäß den Fig. 13 bis 16 weist ein Kunststoffgehäuse 122 auf. In diesem Kunststoffgehäuse 122 ist ein Flachschieber 124 aus Metall so angeordnet, dass er zwischen zwei in das Gehäuse eingegossenen Metallplatten 126 leicht beweglich ist. Der Flachschieber 124 ist in die Metallplatten 126 eingeschliffen und dichtet durch seine Passung. Die entstehenden Leckagen sind für die Funktion des Systems unerheblich. Zum Rückstellen des Flachschiebers 124 ist eine Rückstellfeder 128 vorhanden. Der Flachschieber 124 bedeckt bzw. öffnet zwei Öffnungen, eine Unterdrucköffnung 130 für den Unterdruck und eine Überdrucköffnung 132 für den Überdruck. Hierzu ist der Flachschieber 124 mit einer rechteckigen Durchgangsöffnung 125 versehen, die so angeordnet ist, dass sie in Ruhelage des Flachschiebers 124, wie sie in Fig. 14 dargestellt ist, mit der Unterdrucköffnung 130 im Gehäuse 122 fluchtet. Der Anschluss 134 für den Überdruck und der Anschluss 136 für den Unterdruck befinden sich auf der einen Seite des Gehäuses 122 und der Anschluss 138 für die zu den Dosierpumpen führenden Impulsleitungen auf der anderen Seite des Gehäuses 122 bzw. des Flachschiebers 124, siehe Fig. 16.

In der in Fig. 14 dargestellten Ruhelage des Flachschiebers 124 ist die Öffnung 130 für den Unterdruck geöffnet. Im System herrscht Unterdruck unterschiedlicher Größe, abhängig von den eingesetzten Dosierpumpen. Kommt ein elektrischer Impuls vom Computer der Steuereinheit, wobei ein tatsächlicher Arbeitsstrom selbstverständlich über externe Beschaltung erzeugt wird, zieht ein Zugmagnet 140 einen Magnetkern 142 an, wodurch der Flachschieber 124 in der Darstellung der Fig. 14 nach oben gezogen wird. Dadurch wird die Überdrucköffnung 132 geöffnet und die Unterdrucköffnung 130 verschlossen, wie in Fig. 15 dargestellt ist.

Ist der Impuls vorüber, dessen optimale Zeitdauer im Versuch ermittelt werden muss, setzt die Rückholfeder 128 den Flachschieber 124 zu-

rück, und infolgedessen wird die Überdrucköffnung 132 geschlossen und die Unterdrucköffnung 130 wieder geöffnet, da nun gemäß Fig. 14 die Durchgangsöffnung 125 im Flachschieber 124 mit der Unterdrucköffnung 130 in Gehäuse 122 fluchtet.

#### **H. Zuführungs-, Vorförder- und Spülsystem für die einzelnen Wirkstoffe**

Die schematische Ansicht der Fig. 17 zeigt ein Wirkstoffzuführungssystem gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Das Wirkstoffzuführungssystem weist einen Wirkstoffvorratsbehälter 156, von diesem ausgehende Wirkstoffzuführleitungen 152a, 152b, 152c, 152d, 152e, 152f und 152g auf, die zu den einzelnen Teilbreiten mit jeweils mehreren Dosierpumpen 14 führen. Die Dosierpumpen 14 jeder Teilbreite sind an einem jeweiligen Trägerrohr 154a, 154b, 154c, 154d, 154e, 154f und 154g angeordnet. Die Trägerrohre versorgen nicht dargestellte Düsenhalter und Sprühdüsen mit Wasser. Ein Wasserversorgungssystem ist in Fig. 17 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Mittels des gezeigten Wirkstoffzuführungssystems ist es möglich, vor Spritzbeginn Wirkstoff bis unmittelbar an die Dosierpumpen zu fördern, so dass bei Beginn des Spritzens lediglich eine vernachlässigte Zeitverzögerung eintritt, bis an den Sprühdüsen die korrekte, voreingestellte Wirkstoffkonzentration vorliegt. Darüber hinaus ist es mit dem dargestellten Wirkstoffzuführungssystem möglich, nach Beendigung des Spritzens den in den Zuführleitungen befindlichen Wirkstoff in den Wirkstoffvorratsbehälter 156 zurückzufördern.

Die Wirkstoffe sind bei der bevorzugten Ausführungsform im hinteren Bereich einer Feldspritze über dem nicht dargestellten Wasserbehälter positioniert, um beim Ansaugen keine unnötigen Unterdrücke entstehen zu lassen. Als Wirkstoffvorratsbehälter 156 können die Liefergebinde der Chemikalienlieferanten oder auch für das System optimierte Behälter

verwendet werden. Das Zuführungs-, Vorförder- und Spülsystem, das auch als Fill und Refill-System oder Wirkstoffzuführungssystem bezeichnet wird, ist für jeden unterschiedlichen Wirkstoff einmal vorhanden. Bei drei unterschiedlichen Wirkstoffen wäre somit das in der Fig. 17 dargestellte System dreimal vorhanden. Mit dem in Fig. 17 dargestellten Wirkstoffsystem kann sichergestellt werden, dass bei Spritzbeginn der Wirkstoff direkt in den Dosierpumpen 14 vorrätig ist. Weiterhin können mit diesem System die in den Zuführungsleitungen 150 befindlichen Wirkstoffe nach Beenden des Spritzvorganges in den Wirkstoffvorratsbehälter 156 zurückgefördert werden. Da anschließend nur noch die an den Leitungswänden anhaftenden Wirkstoffreste herausgespült und ausgebracht werden müssen, reduziert sich der dazu notwendige Aufwand und die dazu notwendige Spülwassermenge erheblich.

Eine Vorförderung und eine Rückförderung des Wirkstoffes erfolgt mit Druckluft. Dazu wird zusammen mit der nicht dargestellten Wasserpumpe und der ebenfalls nicht dargestellten Zahnradpumpe für das hydraulische Antriebssystem auch ein kleiner Kompressor 158 mit angetrieben. Ein Überdruckventil 160 regelt den Überdruck und ein Unterdruckventil 162 im Ansaugbereich den Unterdruck in diesem pneumatischen System. Die optimalen Werte für den Überdruck und den Unterdruck müssen im Test ermittelt werden. Ein Überdruckbehälter 164 und ein Unterdruckbehälter 166 halten das zum Befüllen und zum Entleeren notwendige Druckluftvolumen vor.

Die Dosierpumpen 14 werden über die Wirkstoffleitungen 150 gruppenweise versorgt, sind hintereinander und in Reihe an jeweils eine Wirkstoffzuführungsleitung 150a, 150b, 150c, 150d, 150e, 150f, 150g angeschlossen und der Wirkstoff durchfließt die Dosierpumpen 14 einer Gruppe beziehungsweise einer Teilbreite nacheinander durch die durchführenden Zuleitungsöffnungen. Diese Zuleitungsöffnungen sind in der Fig. 1 und der Fig. 21 mit der Bezugsziffer 66 bezeichnet. Am Ende je-

der Dosierpumpengruppe, beispielsweise entsprechend einer Teilbreite, ist hinter der letzten Dosierpumpe 14 ein Schwimmerventil 168 vorgesehen.

Das Schwimmerventil 168 ist detaillierter in der Fig. 18 dargestellt. Wie in Fig. 18 zu erkennen ist, weist das Schwimmerventil 168 ein Gehäuse 170 auf, in dem ein Schwimmer 172 angeordnet ist, der an seiner Oberseite und seiner Unterseite mittels einer Führungswelle 174 im Gehäuse 170 gelagert ist. Der Schwimmer 172 ist innerhalb des Gehäuses 170 somit längsverschieblich gelagert, in der Darstellung der Fig. 18 nach oben bzw. nach unten. Ein aus einem Kegelsitz 176 an einer Durchgangsöffnung im Gehäuse und einem an der Führungswelle 174 angeordneten Ventilkörper 178 bestehendes Ventil über dem Schwimmer 172 stellt sicher, dass kein Wirkstoff in den Druckluftanschluss 180 und somit in die Rohrleitungen des Druckluftsystems gelangen kann. Eine Wirkstoffzuführungsleitung 150 ist entsprechend an den Anschlussstutzen 182 angeschlossen und das Druckluftsystem an dem Anschlussstutzen 180. Ein Geber 184 signalisiert, wenn sich der Schwimmer 172 in seiner oberen Endlage befindet und somit die Schwimmerkammer im Gehäuse mit Wirkstoff gefüllt ist. Umgekehrt kann mittels des Gebers 184 auch detektiert werden, wenn der Schwimmer 172 in die in der Fig. 18 dargestellte Lage abgesunken ist.

Anhand der Fig. 17 soll nun die Funktion des Wirkstoffsystems erläutert werden.

Vor Spritzbeginn platziert der Anwender eine Ansauglanze 186 in dem mit Wirkstoff gefüllten Gebinde 156. Die Ansauglanze 186 ist detaillierter in den Fig. 19 und 20 dargestellt. Ein Kalibrierventil 188, das als Mehrwegeventil ausgebildet ist, ist auf Durchgang gestellt und ein Spülventil 190 am Fuß der Lanze 186, der sich in dem Wirkstoffbehälter 156 befindet, auf das Ansaugen von Wirkstoff. Durch Betätigung eines Drucktas-

ters startet der Anwender die Vorförderung. Das elektropneumatische Schaltventil 192 wird dadurch geöffnet und durch den dann am jeweiligen Ende der Wirkstoffzuführungsleitungen 150 der einzelnen Teilbreiten anliegenden Unterdruck von etwa  $-0,5\text{bar}$ , wird der Wirkstoff aus dem Wirkstoffbehälter 156 über ein Sammelstück 194 und durch die Dosierpumpen 14 einer jeden Gruppe bzw. Teilbreite hindurch angesaugt. Kommt der Wirkstoff am Ende dieser Versorgungsstrecke und somit an dem jeweiligen Schwimmerventil 168 an, hebt er den Schwimmer 172 des Schwimmerventils 168 und verschließt so das Ende der Leitung 150 gegenüber dem Unterdruck, welcher das Schließen des Ventils noch unterstützt. Das Ventil des Schwimmerventils 168 dichtet somit mit dem Unterdruck. Der an jedem Schwimmerventil 168 vorhandene elektronische Geber 184 signalisiert dem Anwender, wenn das Ventil geschlossen und somit die jeweilige Dosierpumpengruppe mit Wirkstoff versorgt ist. Jetzt kann der Anwender den Drucktaster loslassen, wodurch das elektropneumatische Schaltventil 192 wieder geschlossen wird. Da die Schwimmerkammer des Schwimmerventils 168 nun mit Wirkstoff gefüllt ist, bleibt das Schwimmerventil 168 auch im nachfolgenden Spritzbetrieb geschlossen.

Ist der Spritzvorgang beendet, wird durch den Computer 109 der Steuereinheit ein Reinigungsprogramm bereitgestellt, welches die nachfolgend beschriebenen Vorgänge automatisch auslöst und steuert.

Nach Start des Reinigungsprogramms durch den Anwender wird das elektropneumatische Schaltventil 196 geöffnet. Dadurch steht der Druckluftbehälter 164 in Verbindung mit den Schwimmerventilen 168. Eine im Test genau zu bestimmende Zeit wird dann Druckluft in das System geleitet, so dass die Schwimmerventile 168 aufgedrückt werden, die bei Druckluft gegen den Druck dichten, und die in den Dosierpumpen 14 und im Rohrleitungssystem befindlichen Wirkstoffe werden in den Wirkstoffvorratsbehälter 156 zurückgedrückt. Da die Wirkstoffe nach oben

aus dem Wirkstoffvorratsbehälter 156 entnommen wurden, ist ein Rückfließen nach Entleeren der Leitungen 150 nicht möglich.

Nachfolgend schließt das elektropneumatische Schaltventil 192 wieder und das Spülventil 190 am Fuß der Ansauglanze 186 wird umgeschaltet, so dass statt Wirkstoff nun Wasser angesaugt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die Ansauglanze 186 einen zum Wassertank führenden Kanal 198 und einen zu den Wirkstoffleitungen 150 führenden Kanal 200 aufweist, die mittels des Spülventils 190 miteinander verbunden werden können. Die Verbindung mit dem Wassertank ist in der Fig. 17 durch den Buchstaben "R" angedeutet. Das Umschalten des Spülventils 190 wird anhand der Fig. 19 und 20 noch detailliert erläutert.

Daraufhin öffnet das elektropneumatische Schaltventil 192 und durch den dann an den Schwimmentilen 168 anliegenden Unterdruck werden die Zuführungsleitungen 150 durch die Dosierpumpen 14 hindurch bis zu den Schwimmentilen 168 mit Wasser gefüllt.

Signalisieren die Geber an den Schwimmentilen 168 der Steuereinheit 109, dass dieser Vorgang vollständig abgeschlossen ist, fordert dieser den Anwender auf, eine Spülfahrt durchzuführen, bei welcher von den Dosierpumpen 14 Wasser gefördert wird. Durch das Füllen der Wirkstoffleitungen 150 mit Wasser werden die an den Leitungswänden noch anhaftenden Wirkstoffreste verdünnt und können somit gefahrlos dem Spritzwasser zudosiert werden.

Dazu generiert die Steuereinheit 109 die höchste, technisch mögliche Impulszahl für die Dosierpumpen 14, um in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Wasser für die Spülung zu fördern.

Da die dann geförderte Spülbrühe bereits verdünnt ist, birgt diese Verfahrensweise keine Risiken.



Die in den Wirkstoffvorratsbehälter 156 einzuführende Ansauglanze 186 ist detailliert in den Fig. 19 und 20 dargestellt. Durch die dargestellte Ansauglanze 186 kann das gesamte Wirkstoffsystem vom Eintritt in die Lanze 186 an gespült werden. Der Wirkstoff wird über die Saugöffnung 202 angesaugt. Ein Saugrohr 204 befindet sich dabei als Innenrohr in einem Außenrohr 206. Zwischen dem Innenrohr 204 und dem Außenrohr 206 befindet sich Wasser, welches über einen Anschluss 208, der mit dem Wassertank in Verbindung steht, zugeleitet wird. Der Wirkstoff wird über Ansaugschlitze 210 am unteren Ende des Ansaugrohres 204 angesaugt.

Durch das, ohnehin betriebene und bereits beschriebene Hydrauliksystem ist es möglich, über einen Druckanschluss 212 Druck auf einen Kolben 214 zu bringen, mit dem Ziel, dass das Ansaugrohr 204 zum Außenrohr 206 so verschoben wird, dass die Ansaugschlitze 210 nach oben wandern, der Wirkstoff somit abgeschottet und statt Wirkstoff Wasser aus dem Außenrohr 206 angesaugt wird. Diese Spülstellung der Ansauglanze 186 ist in Fig. 20 dargestellt. Eine Rückstellfeder 216 reversiert diesen Vorgang bei Abschalten des Druckes und sorgt für eine Umschaltung, so dass wieder Wirkstoff angesaugt werden kann.

Entsprechend ist die Position zum Ansaugen von Wirkstoff in der Fig. 19 dargestellt und die Spülposition der Ansauglanze in der Fig. 20.

#### **I. Kalibriermodi zum Feststellen der pro Impuls und Dosierpumpe real geförderten Flüssigkeitsmenge**

Eine für die Erfindung entscheidende Größe ist die geförderte Flüssigkeitsmenge pro Impuls und Dosierpumpe. Zur Ermittlung dieser Größe bzw. zu deren Kalibrierung ist gemäß Fig. 17 im Zuführungs-, Vorförder- und Spülsystem ein Kalibrierventil 188 vorhanden. Mit diesem Kalibrier-

ventil 188 können die Ansaugleitungen 150 der Dosierpumpen 14 hinter dem Sammelstück 194 auf einen Messzylinder 220 umgeschaltet werden. Dieser Messzylinder 220 wird bei einer Kalibrierung in einem ersten Modus im Stand bis zu einer Kalibriermarke mit Wasser gefüllt. Dann wird vom Anwender im Computer der Steuereinheit "Kalibriermodus 1" gestartet. Bei Kalibriermodus 1 sendet der Computer 109 exakt 100 Impulse an die Dosierpumpen 14. Das angesaugte Wasser wird von den Dosierpumpen 14 in die Düsenrohre gefördert, da die Düsen selbst geschlossen sind. Die angesaugte Flüssigkeitsmenge kann dann am Messzylinder 220 anschließend abgelesen werden und in den Computer eingegeben werden. Mit der, dem Computer 109 bekannten Düsenanzahl als Divisor, errechnet der Computer 109 dann den erforderlichen Wert.

Bei Chemikalien mit stark von Wasser abweichender Konsistenz kann nach einem zweiten Kalibriermodus, bezeichnet mit "Kalibriermodus 2" auch eine Kalibrierfahrt gemacht werden. Hierzu wird eine kurze Strecke normal abgespritzt mit dem Ziel, eine ordnungsgemäße Füllung und Funktion aller Dosierpumpen 14 sicherzustellen. Dann wird das Kalibrierventil 188 umgestellt und Wirkstoff in den Messzylinder 220 gefüllt. Jetzt wird vom Anwender im Computer 109 der "Kalibriermodus 2" gestartet. Der Anwender spritzt jetzt bei einer Kalibrierfahrt etwa 50 Meter Strecke ganz normal ab. Der Computer 109 zählt dabei die während dieser Strecke an die Dosierpumpen 14 gesandten Impulse im Hintergrund. Nach Ende der Kalibrierfahrt gibt der Anwender die aus dem Messzylinder 220 geförderte Menge in den Computer 109 ein. Mit den gezählten Impulsen und der Anzahl der Dosierpumpen 14 als Divisor ist der Computer 109 nun im Stande, den erforderlichen Wert zu ermitteln.

Mit der erfindungsgemäßen Spritzeinrichtung können somit die Wirkstoffe dem Trägermittel, in der Regel Wasser, direkt an den Düsenhaltern zudosiert werden. Im Vorratsbehälter der Spritzeinrichtung wird nur noch

Reinwasser mitgeführt. Eine Ausnahme bildet die weiterhin mögliche Ausbringung von Flüssigdünger und Salzen. Hierzu fördern hydraulisch angetriebene Wirkstoff- oder Dosierpumpen direkt an jedem Düsenhalter einer Feldspritze die Wirkstoffe in dem vom Anwender vorbestimmten Mischungsverhältnis zum Wasser ein. Die einzuspeisende Wirkstoffmenge wird ausgehend von der momentan ausgebrachten Wassermenge und dem vorbestimmten Mischungsverhältnis in Impulsen definiert. An jedem Düsenhalter sind Dosierpumpen vorgesehen, die pro Arbeitshub eine exakt definierte Fördermenge aufweisen. Beispielsweise können Membranpumpen verwendet werden, wobei die Lage der Membran bei Druck und Unterdruck durch eine Druck- und eine Unterdruckmatrize exakt vorgegeben ist. Gemäß der Erfindung werden Membranen oder Kolben von Wirkstoff- oder Dosierpumpen an den Düsenhaltern durch hydraulischen Druck und gegebenenfalls Unterdruck bewegt und somit angetrieben. Für alle Dosierpumpen im System wird ein eigenständiges hydraulisches Antriebssystem bereitgestellt, das einen Druckpotentialunterschied erzeugen kann, beispielsweise Überdruck und Unterdruck, und als Hydraulikflüssigkeit eine Bremsflüssigkeit auf Glukosebasis oder eine andere Flüssigkeit mit gleicher Konsistenz nutzt. In dem elektrohydraulischen Antriebssystem wird ein elektrisches Impulssignal durch ein elektrohydraulisches Impulsventil in hydraulische Impulse einer Hydraulikflüssigkeit umgesetzt. Das elektrohydraulische Impulsventil kann beispielsweise in Ruhelage einen Unterdruck auf die Membran der Dosierpumpen bringen und andererseits auch einen exakt definierten Druckimpuls liefern. Das elektrohydraulische Impulsventil kann einen durch Passung zwischen zwei Metallplatten gedichteten Flachschieber aufweisen. Eine Abschaltung einzelner Dosierpumpen, beispielsweise der Dosierpumpe einer Teilbreite, kann dadurch erfolgen, dass zusammen mit den Düsen einer Teilbreite auch die Dosierpumpen der Teilbreite durch Unterbrechung des hydraulischen Antriebs abgeschaltet werden. Alternativ kann für jede Teilbreite ein separates, elektrohydraulisches Impulsventil vorgesehen sein, so dass dann teilbreitenspezifische unter-

schiedliche Konzentrationen generiert werden können. In diesem Fall erfolgt eine Abschaltung der einzelnen Teilbreiten über die Unterbrechung der elektrischen und damit der hydraulischen Impulse. Pro Düsenhalter können bis zu drei Dosierpumpen vorgesehen sein, die in Förderimpulsen in eine zu jedem Düsenhalter gehörende Mischkammer fördern. In der Mischkammer wird Wasser und Wirkstoff im Gegenstrom geführt, indem Eintrittsöffnung und Austrittsöffnung der Mischkammer auf derselben Seite liegen. In der Mischkammer sind zwischen der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung mehrere Lochblenden mit vordefinierter Lochgröße vorhanden. Die Flüssigkeit wird dadurch gezwungen, die Mischkammer in der gesamten Länge zu durchfließen und auf der gesamten Länge in die Lochblenden zu strömen. Dadurch erfolgt eine Mischung in Längsrichtung des Flüssigkeitsstromes und eine erzwungene Verwirbelung auf dem Weg durch die Lochblenden.

Als Ventile werden Membranen aus Gummi oder einem ähnlichen elastischen Material verwendet, in dem sich außermittig schlitzförmige Öffnungen befinden. Durchlassöffnungen in dem Ventilgehäuse sind beabstandet von diesen schlitzförmigen Öffnungen, so dass die Membranen diese Öffnungen im Ruhezustand bedecken. Durch Stau oder Förderdruck auf diese Bohrungen kann die Membrane dann angehoben werden, und die Flüssigkeit kann durch die schlitzförmige Öffnung strömen. In Gegenrichtung belastet wird die Membrane auf die Bohrungen gepresst und verschließt diese zuverlässig. Der Druck des dichtenden Membranmaterials auf die zu verschließende Ventilöffnung erfolgt nicht durch Federn, sondern durch die Konsistenz des Materials und die spezielle Anordnung von schlitzförmiger Öffnung und Ventilbohrungen.

Weiterhin ist erfindungsgemäß ein pneumatisches Wirkstoffmanagementsystem vorhanden, welches einen pneumatischen Überdruck dazu nutzt, bei einer Feldspritze eine Rückförderung der im Wirkstoffleitungssystem enthaltenen Wirkstoffe in das Gebinde durchzuführen. Ein

pneumatischer Unterdruck kann dazu benutzt werden, Wirkstoffe zu den Dosierpumpen vorzufördern. Die Erfindung hat somit auch zum Gegenstand, ein pneumatisches System für das Vorfördern bzw. Rückfördern von Wirkstoff bei einer Spritzeinrichtung zu verwenden. Der Unterdruck des pneumatischen Systems gegen die Wirkstoffleitungen kann durch Schwimmerventile abgeschottet werden, wobei das abgeschlossene Vorfördern bzw. Rückfördern auf elektrischem oder elektronischem Weg erfasst und an die Steuereinheit weitergeleitet wird.

Für die Entnahme der Wirkstoffe aus den Wirkstoffgebinden ist eine Ansauglanze vorgesehen, welche direkt am Fuß der Lanze eine Umschaltung auf eine Spülfunktion ermöglicht. Die Umschaltung dieser Lanze kann auf elektrischem Wege oder auf hydraulischem Wege erfolgen.

Mittels eines Kalibriermodus kann die pro Impuls und Dosierpumpe real geförderte Flüssigkeitsmenge ermittelt werden. Hierzu werden im Ansaugbereich in einem Kalibrierbetrieb Wirkstoffe aus einem Messzylinder entnommen, um das geförderte Volumen zu ermitteln. Die Steuereinheit fördert im Kalibrierbetrieb dann beispielsweise genau hundert Förderimpulse für die Dosierpumpen. Die dabei geförderte Flüssigkeitsmenge kann an dem Messzylinder abgelesen und aus der geförderten Flüssigkeitsmenge, der Düsenanzahl bzw. der Dosierpumpenanzahl als Divisor die Fördermenge pro Impuls und Dosierpumpe ermittelt werden.

Eine Kalibrierung kann auch durch eine Kalibrierfahrt vorgenommen werden. Dabei kann der Kalibriervorgang auch mit Wirkstoff durchgeführt werden. Beim Abspritzen einer bestimmten Wegstrecke werden bei einer Kalibrierfahrt die Wirkstoffe aus einem Messzylinder im Ansaugbereich der Dosierpumpen entnommen und die Steuereinheit zählt während der Kalibrierfahrt die an die Dosierpumpen gesendeten Impulse. Aus der geförderten Wirkstoffmenge, beispielsweise abgelesen am Messzylinder, der erfassten Impulszahl und der Anzahl der Dosierpum-

pen als Divisor kann dann die pro Impuls- und Dosierpumpe geförderte Wirkstoffmenge errechnet werden.

Zur Verkürzung der Taktzeiten wird eine membrangedichtete Kolbendosierpumpe vorgeschlagen. Bei einer solchen Kolbendosierpumpe ist der Weg einer Membrane durch eine Ruhelagematrize einerseits und einen Kolben andererseits exakt begrenzt. Die Membrane bewegt, angetrieben durch hydraulischen Druck, den Kolben bis zu einem festen Anschlag. Die Lage des Kolbens definiert in diesem Zustand die exakte Lage der Membrane. Wird der hydraulische Druck abgebaut, drückt eine Feder unter dem Kolben diesen und damit die Membrane gegen die Ruhelagematrize. Dadurch wird die exakte Ruhelage der Membrane erreicht. Auch eine solche Dosierpumpe fördert bei jedem hydraulischen Antriebsimpuls immer eine exakt gleiche Fördermenge, wobei für den Antrieb dieser Dosierpumpe lediglich ein Druckpotential, aber kein Unterdruck erforderlich ist.

### Patentansprüche

1. Spritzeinrichtung zum Versprühen von Flüssigkeiten, insbesondere für landwirtschaftliche Zwecke, mit einem Trägerflüssigkeitstank, einer Trägerflüssigkeitspumpe, mehreren Sprühdüsen und zugeordneten Düsenhaltern zum Verbinden der Sprühdüsen mit einer Trägerflüssigkeitsleitung, wenigstens einem Wirkstofftank und mehreren mit dem Wirkstofftank verbindbaren Dosierpumpen zum Fördern von Wirkstoff, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Düsenhalter wenigstens eine Dosierpumpe zugeordnet ist, die mit dem Düsenhalter in Strömungsverbindung steht.
2. Spritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an jedem Düsenhalter wenigstens eine Dosierpumpe angeordnet ist.
3. Spritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an jedem Düsenhalter eine Mischkammer angeordnet ist.
4. Spritzeinrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit vorgesehen ist, die eine einzudosierende Wirkstoffmenge in Ansteuerimpulsen berechnet, die Dosierpumpen pro Arbeitshub eine definierte Fördermenge aufweisen und entsprechend der Ansteuerimpulse antreibbar sind.
5. Spritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit die Anzahl der Ansteuerimpulse in Abhängigkeit einer Sollwertvorgabe für eine Wirkstoffkonzentration und einer momentan von der Trägerflüssigkeitspumpe geförderten Trägerflüssigkeitsmenge bestimmt.

6. Spritzeinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosierpumpen mittels hydraulischer Impulse antreibbar sind.
7. Spritzeinrichtung zum Versprühen von Flüssigkeiten, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem Trägerflüssigkeitstank, einer Trägerflüssigkeitspumpe, mehreren Sprühdüsen, wenigstens einem Wirkstofftank und wenigstens einer, mittels wenigstens einer Wirkstoffversorgungsleitung mit dem Wirkstofftank verbindbaren Dosierpumpe, dadurch gekennzeichnet, dass an der Wirkstoffversorgungsleitung ein Druckluftanschluss vorgesehen ist, um in einem Rückförderbetrieb Wirkstoff in den Wirkstofftank zurückzudrücken.
8. Spritzeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Düsenhalter mit Dosierpumpen in Reihe an die Wirkstoffversorgungsleitung angeschlossen sind und der Druckluftanschluss in Wirkstoffzufuhrrichtung stromabwärts der letzten Dosierpumpe vorgesehen ist.
9. Spritzeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Düsenhalter in mehreren Teilbreiten angeordnet sind, wobei jeder Teilbreite eine Teilbreitenwirkstoffversorgungsleitung mit jeweils einem Druckluftanschluss zugeordnet ist.
10. Düsenhalter für eine Spritzeinrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Mischkammer.



11. Düsenhalter für eine Spritzeinrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch wenigstens eine Dosierpumpe.

Fig.: 1

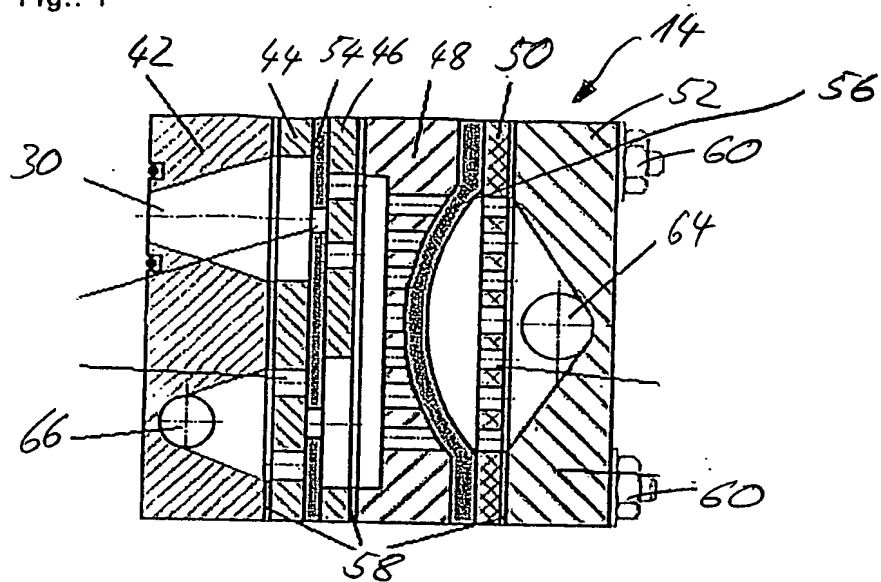


Fig.: 2

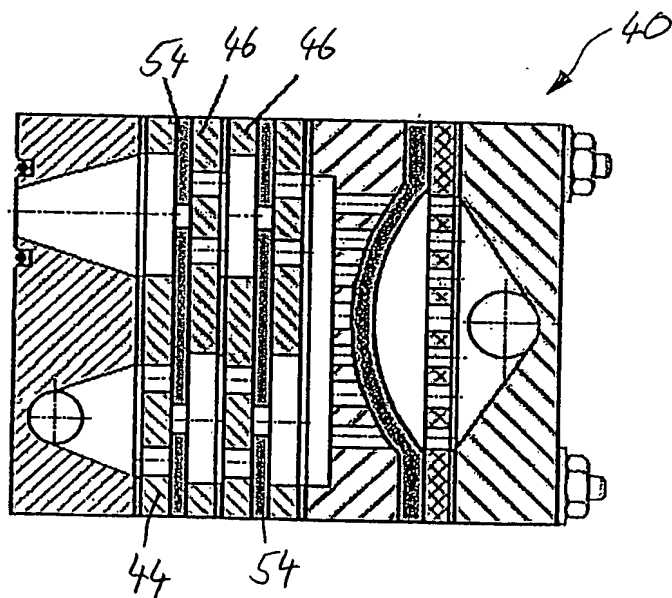


Fig.: 3

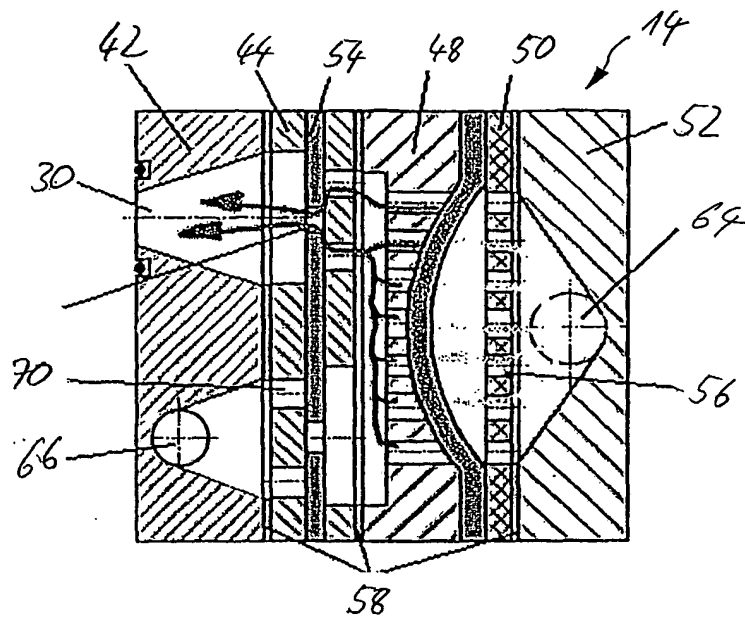


Fig.: 4

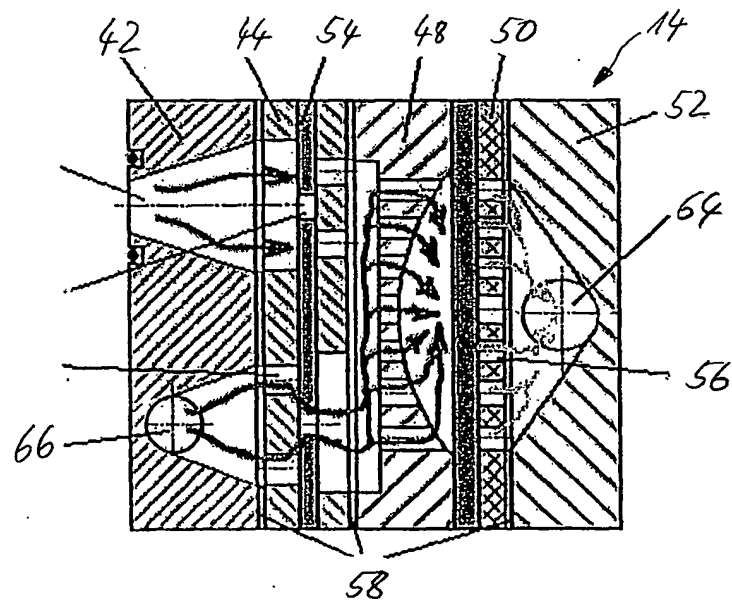


Fig.: 5

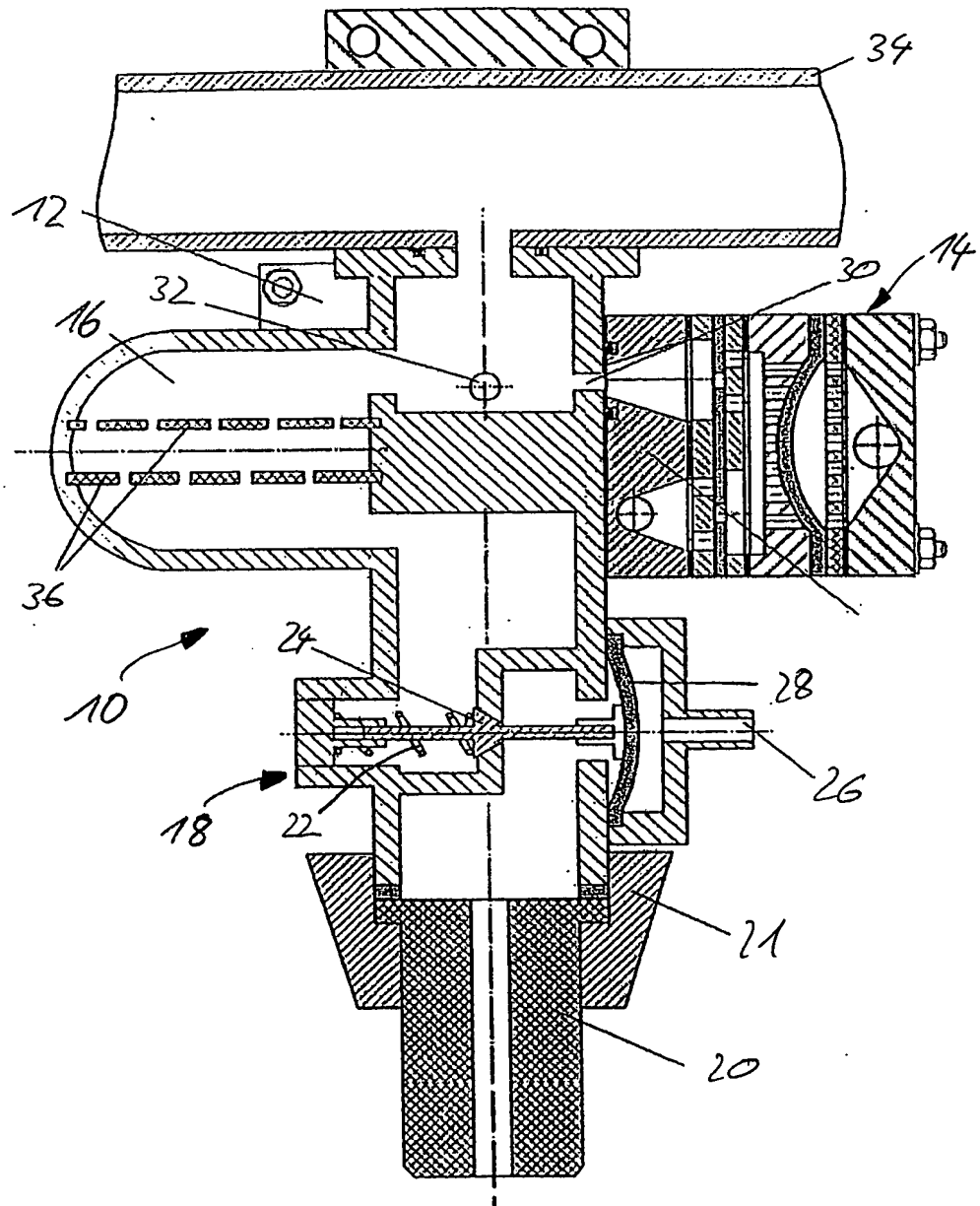


Fig.: 6

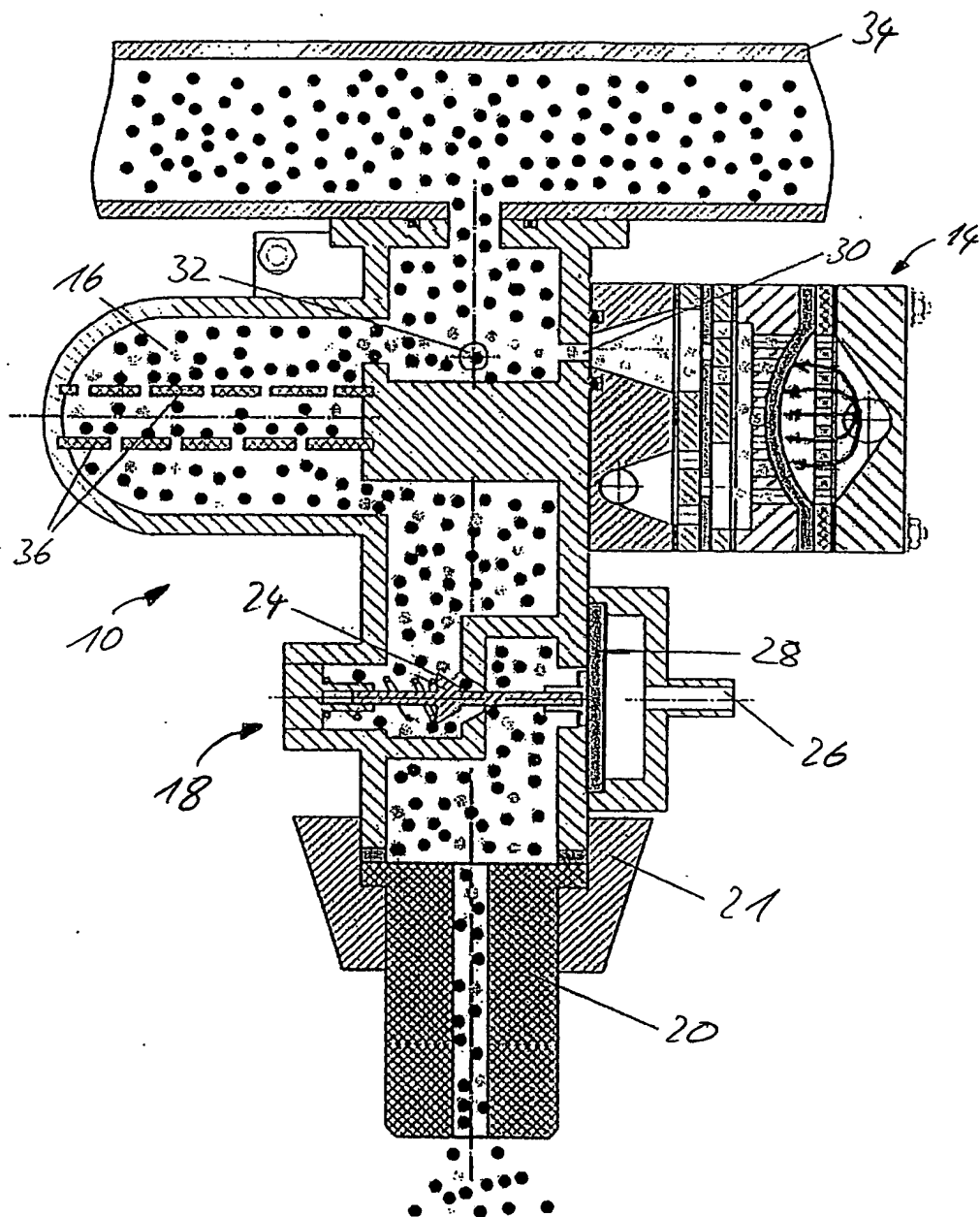


Fig. 7 :

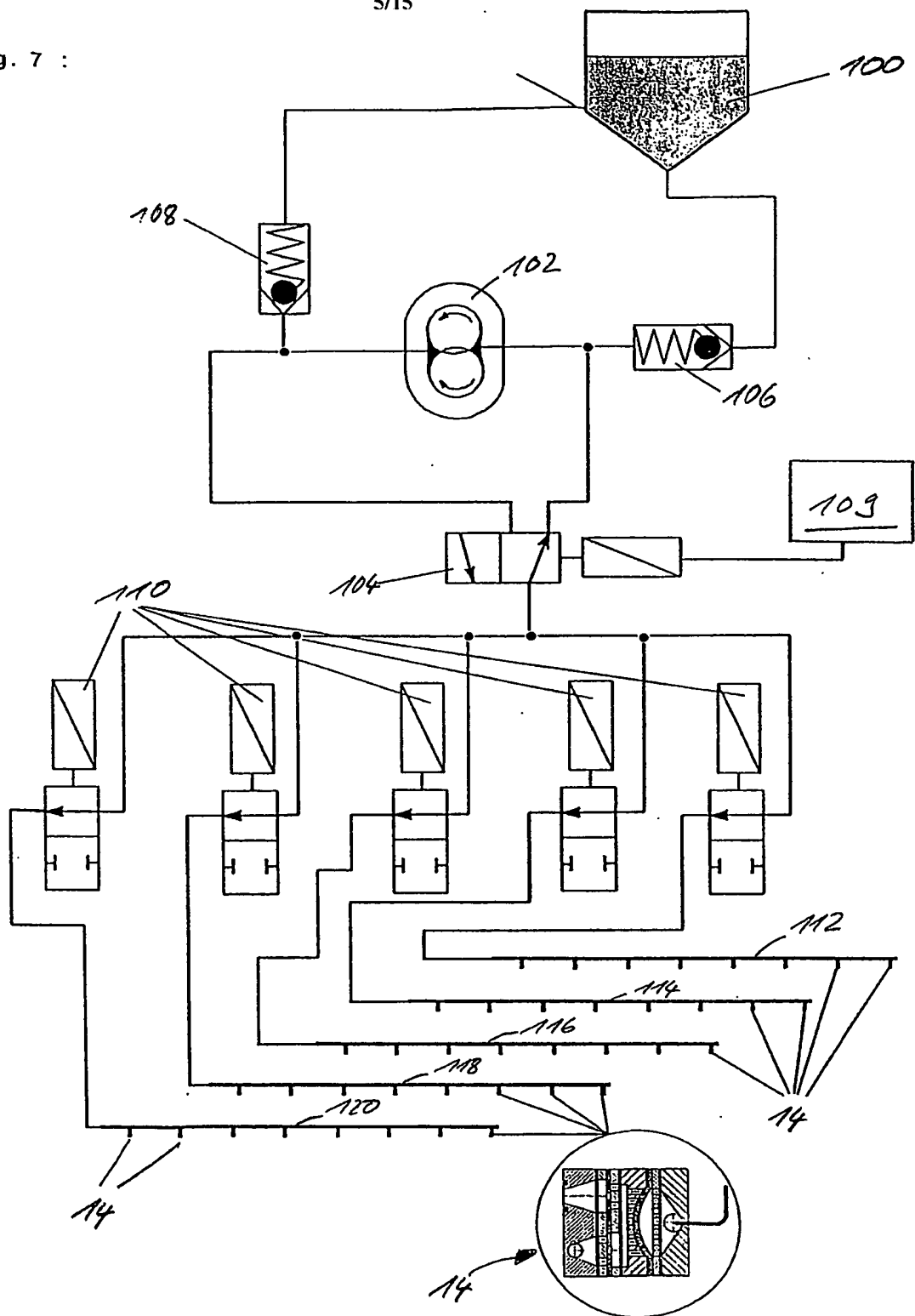
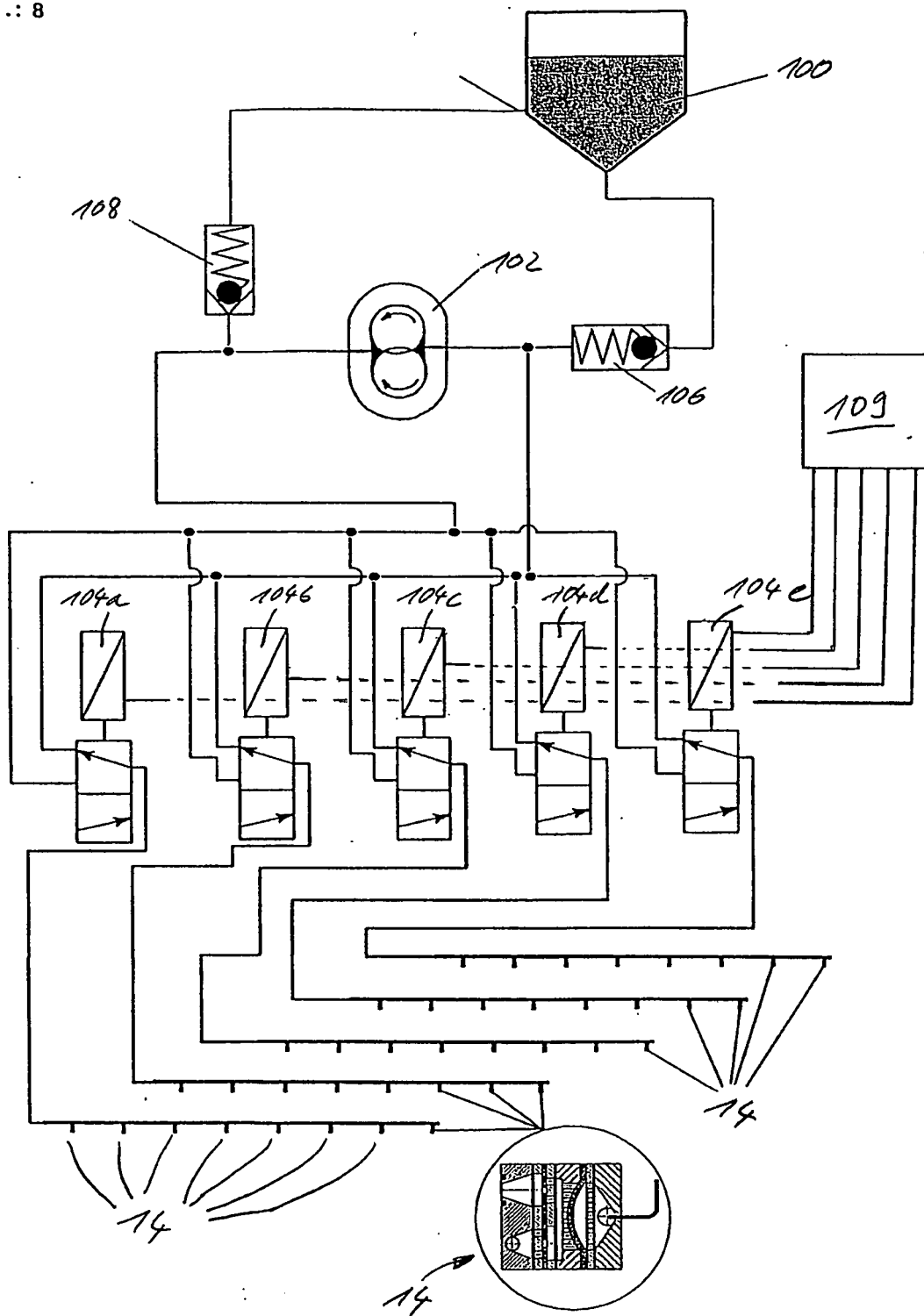
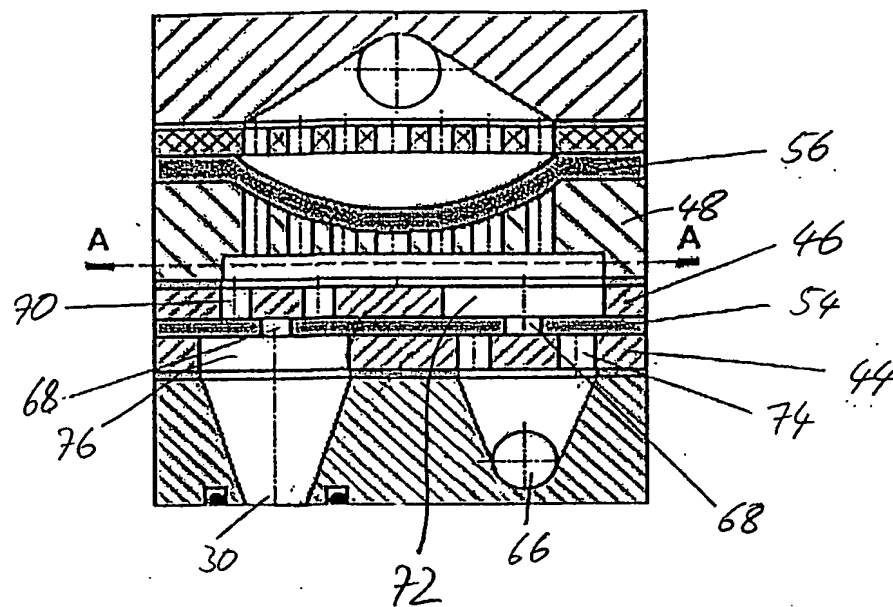


Fig.: 8



**Fig.: 9**



**Fig.: 10**

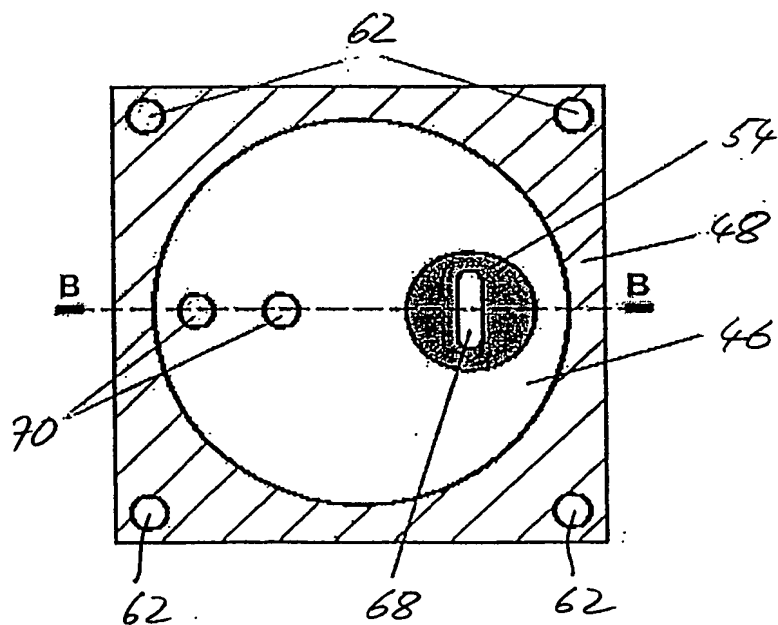




Fig.: 11

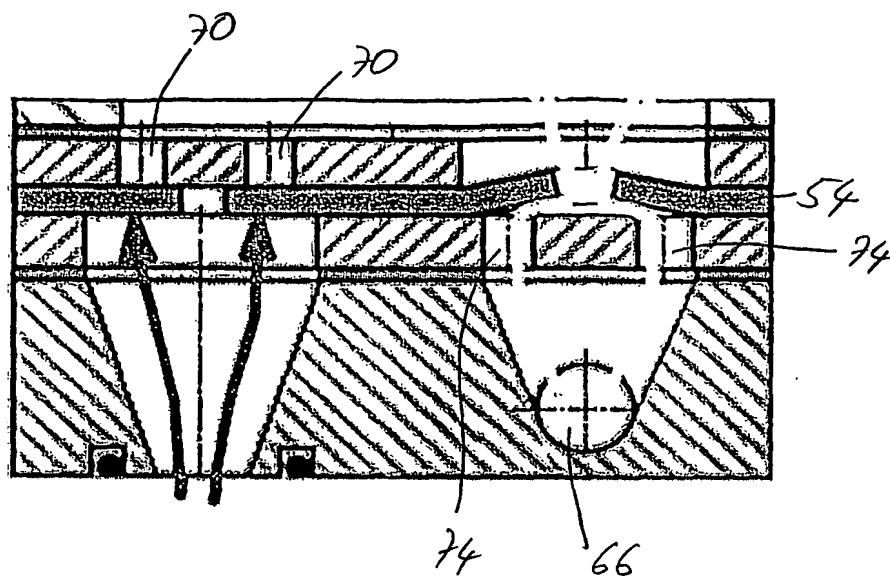


Fig.: 12

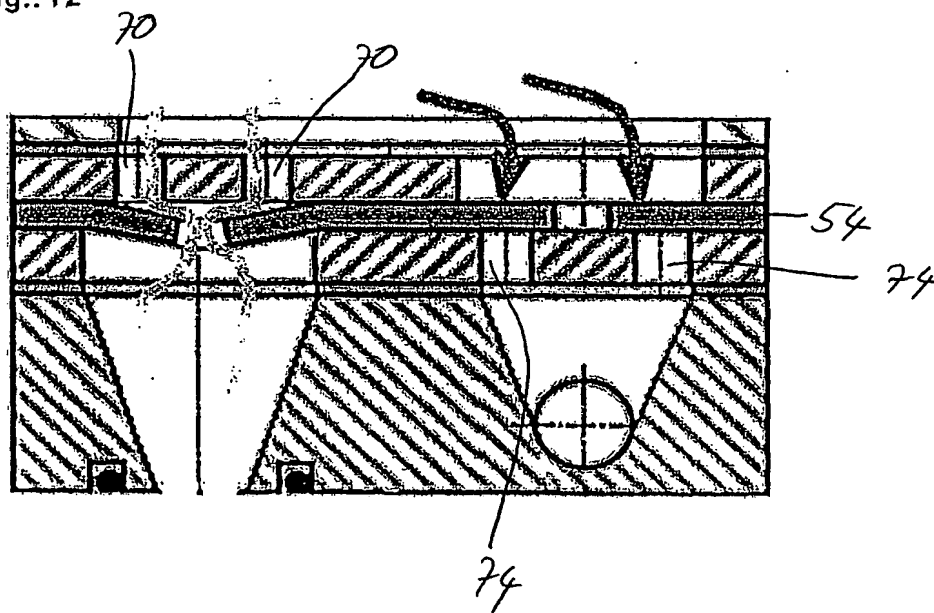


Fig.: 13

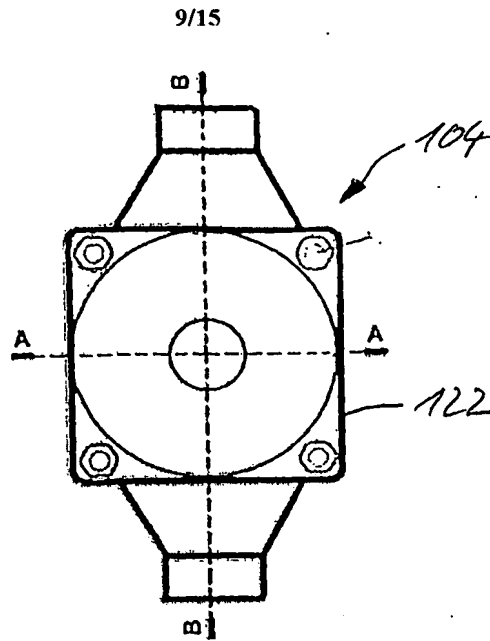


Fig.: 14

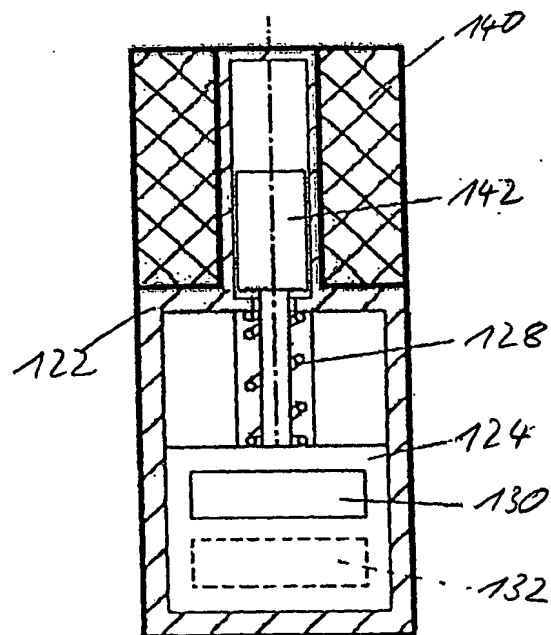


Fig.:15

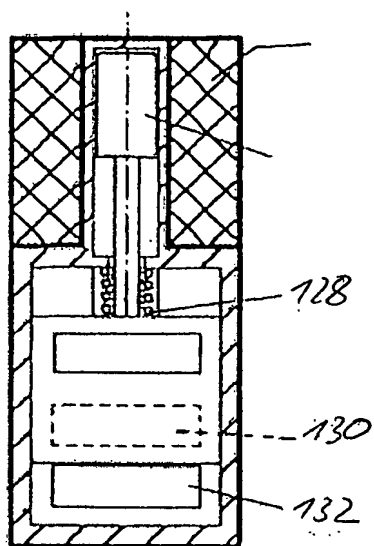


Fig.:16

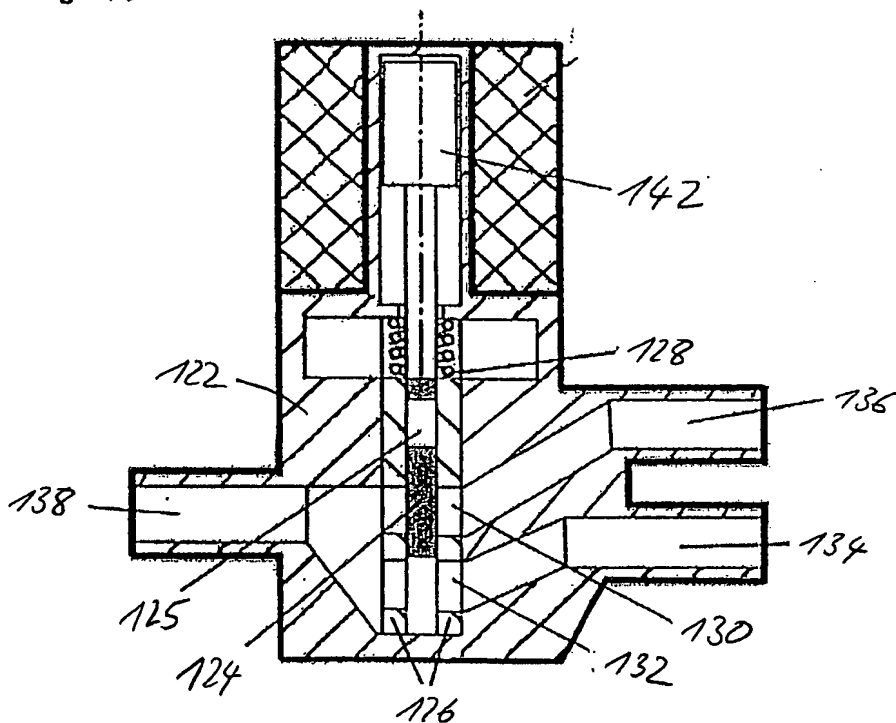


Fig.: 17

109

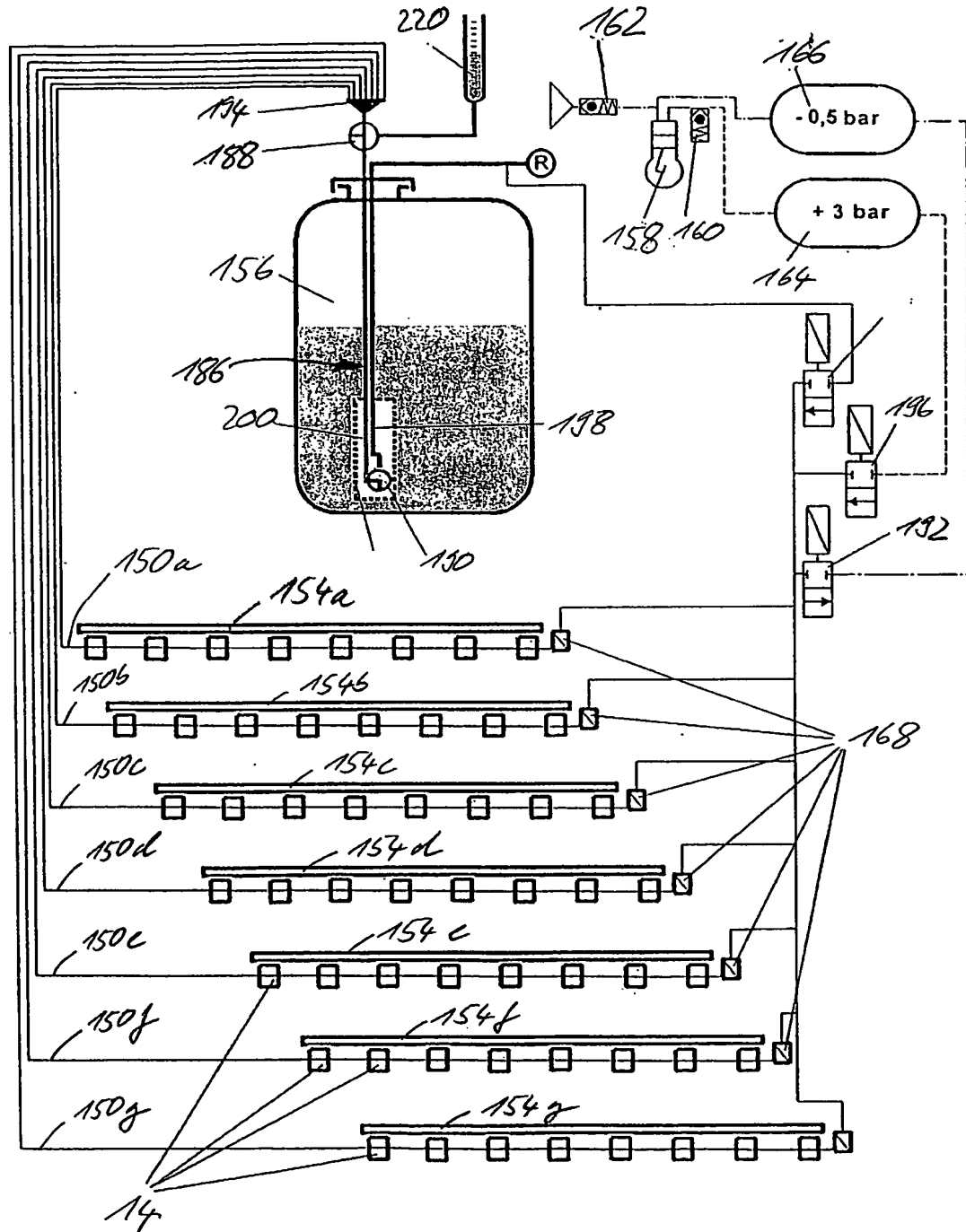


Fig.: 18

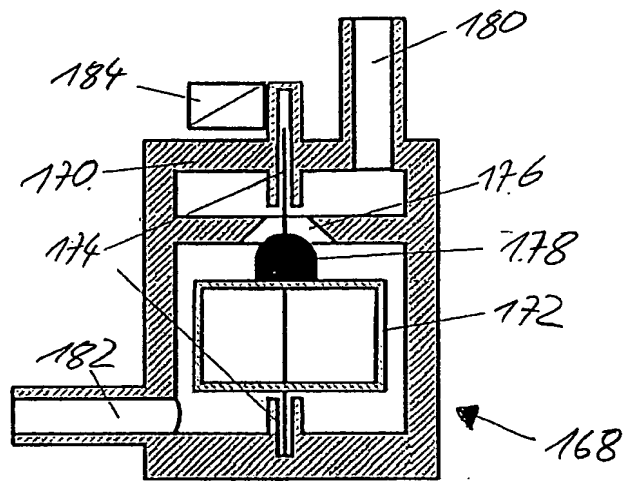


Fig.: 19

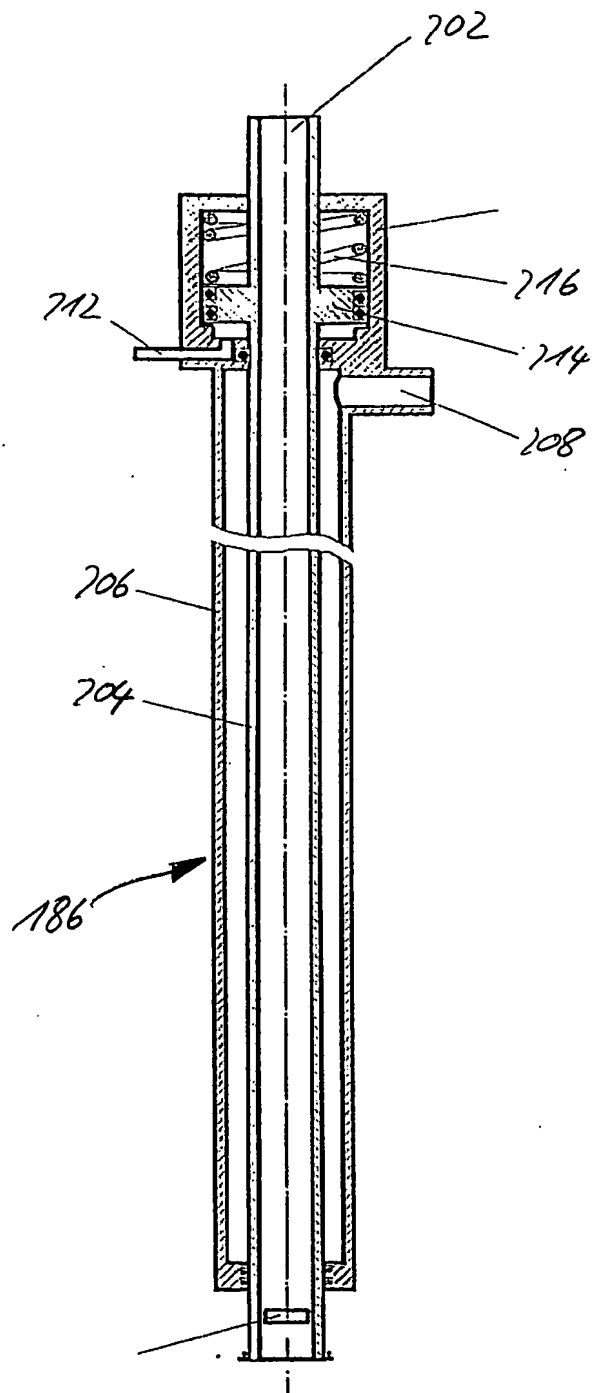


Fig.: 20

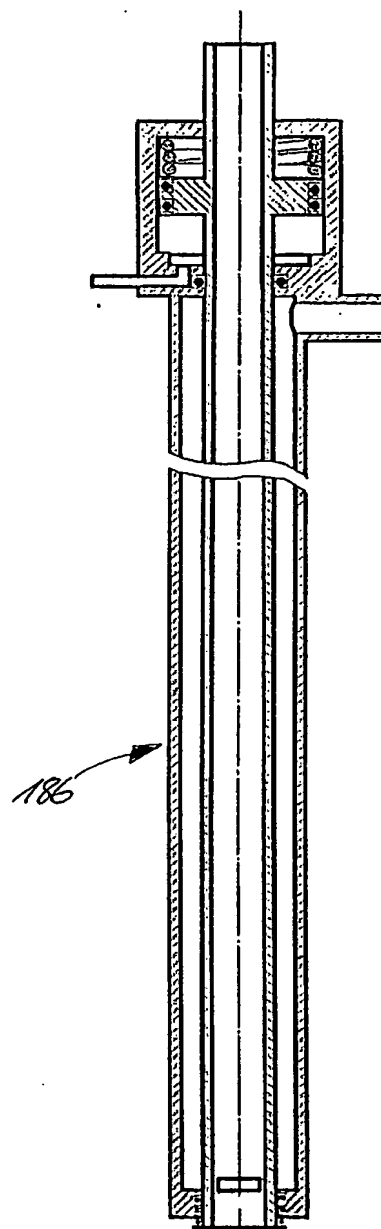


Fig.: 21

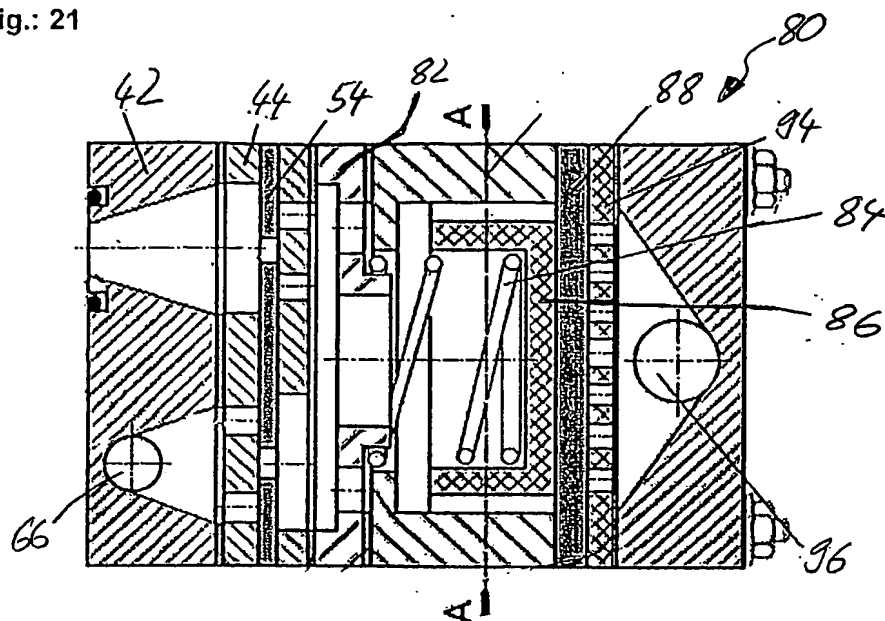
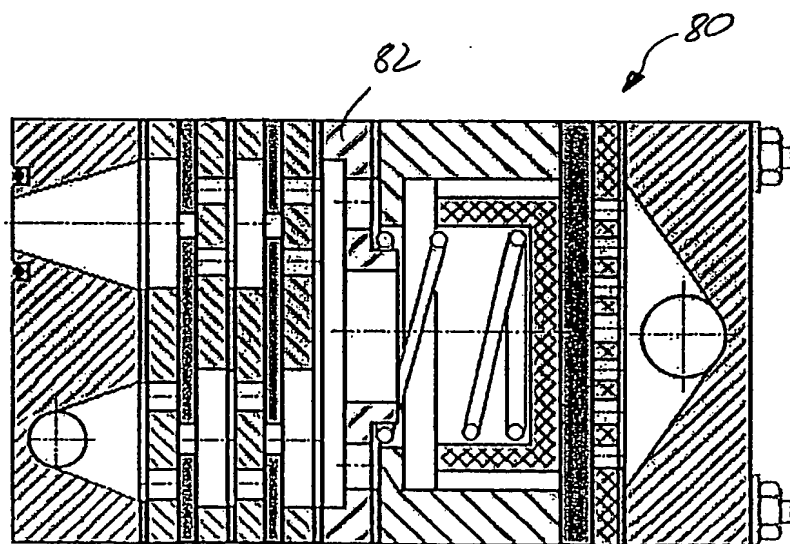


Fig.: 22



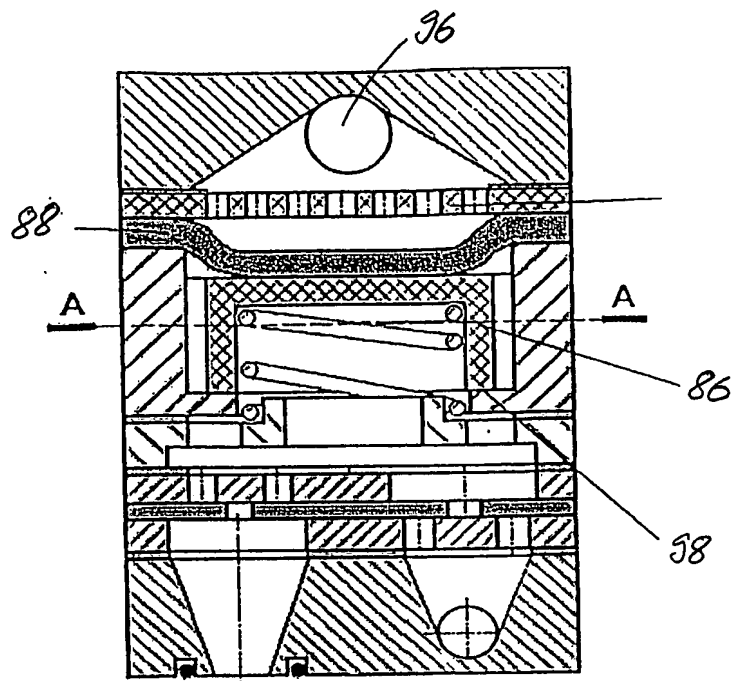


Fig.: 24

